

ROK V WRZESIEŃ 1950 R. NR 9

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 100 zł.

TREŚĆ NUMERU:

RADIO

MIESIĘCZNIK DLA TECHNIKÓW I AMATORÓW

Rok V — Wrzesień 1950 — Nr 9

Z kraju i zagranicy

II Tydzień Propagandy Radiofonizacji Kraju

Wzorem roku ubiegłego Społeczny Komitet Radiofonizacji Kraju (SKRK) organizuje w dniach 1—7.X. Drugi Tydzień Propagandy Radiofonizacji Kraju poświęcony upowszechnieniu radia i ruchu radioamatorskiego.

Ażeby przypomnieć naszym czytelnikom dotychczasowe wyniki działalności SKRK, przytoczymy parę cyfr:

W roku 1948 i 1950 suma zmobilizowanych przez SKRK funduszów na radiofonizację szkół i świetlic przekroczyła 600 milionów zł. W tymże okresie zradiofonizowano ponad 12.000 szkół i świetlic, wobec czego około 3 milionów dzieci korzysta ze specjalnych audycji szkolnych nadawanych w programie Polskiego Radia.

Wszystkie zelektryfikowane spółdzielnie produkcyjne otrzymały bezpłatnie odbiorniki do świetlic, zakupione z funduszów ZG Zw. Samopomocy Chłopskiej i SKRK. Dzięki funduszom SKRK tysiące chłopów mało i średniorolnych korzysta z ulg przy zakładaniu radia oraz z możności spłacania ratami zakupionych głośników i odbiorników. Dzięki inicjatywie SKRK we wrześniu br. wyprodukowano pierwszy 1000 odbiorników bateryjnych przeznaczonych dla terenów niezelektryfikowanych. Przy pomocy pieniężnej i technicznej SKRK wybudowano tysiące kilometrów nowych linii radiofonii przewodowej. W roku 1950 zorganizowano 200 kół radioamatorów. Koła te prowadzone są przez instruktorów przeszkolonych na kursach SKRK. Liczba członków zwyczajnych i wspierających SKRK wynosi 100 tysięcy.

Wobec rozpoczęcia realizacji planu 6-letniego i konieczności ściślejszego powiązania prac instytucji radiowych z działalnością społeczeństwa Społeczny Komitet postawił sobie w II Tygodniu Propagandy Radiofonizacji Kraju ambitne zadania do realizacji. Oto one:

1) Powszechne uświadomienie społeczeństwa o znaczeniu radia.
2) Zradiofonizowanie w roku 1950 wszystkich szkół zelektryfikowanych na terenie województwa bydgoskiego, białostockiego, kieleckiego, rzeszowskiego, olsztyńskiego, katowickiego, warszawskiego, łódzkiego, wrocławskiego.
3) Zradiofonizowanie w roku 1950 — 4.000 szkół i świetlic aparatami bateryjnymi, w tym 1.000 w Tygodniu Propagandy Radiofonizacji Kraju, przy czym w pierwszej kolejności zradiofonizowane być winny szkoły i świetlice, które zorganizowały zespoły Wszechnicy Radiowej, a następnie te, z których corocznie korzystają kolonie letnie, obozy i dziecińce.
4) Przeprowadzenie instalacji dla założenia głośników w każdej klasie, w szkołach zelektryfikowanych, a posiadających jedynie radioodbiornik. (kosztorys instalacji, jak i jej wykonanie przeprowadzi najbliższy radiowęzeł).
5) Rozprowadzenie 10.000 detektorów na terenie województw: olsztyńskiego, białostockiego, lubelskiego, kieleckiego, warszawskiego, rzeszowskiego, krakowskiego i gdańskiego.
6) Zradiofonizowanie jak największej ilości świetlic, w szczególności Związku Samopomocy Chłopskiej i zespołów Wszechnicy Radiowej.
7) Zorganizowanie na terenie kraju 800 młodzieżowych i szkolnych kół radioamatorów, z tego w każdym mieście powiatowym i wydzielonym przynajmniej jedno międzyszkolne koło radioamatorów i dwa koła w terenie wytypowane przez Zarząd Oddziału Powiatowego SKRK w porozumieniu z Inspektorem Szkolnym i ZMP.
8) Zradiofonizowanie przynajmniej 50 spółdzielni produkcyjnych na wsi przez zainstalowanie w nich własnego radiowęzła.
9) Takie współdziałanie z organizacjami Państw. Przeds. Radiofonizacji Kraju w wykonaniu planu podwieszenia głośników, aby w terminie do 31 października plan ilościowy każdego radiowęzła został w 100% wykonany.
10) Podniesienie liczby członków zwyczajnych i wspierających SKRK do cyfry 200 tysięcy, przy czym Tydzień Propagandy winien być okresem szczególnie wzmożonej pracy werbunkowej członków.
11) Ostateczne zorganizowanie i uaktywnienie wszystkich Oddziałów Powiatowych i kół SKRK w terenie.

Milowe kroki radiotechniki radzieckiej w ostatnim trzydziestoleciu

Od czasu epokowego wynalazku Popowa w r. 1895, radio w carskiej Rosji było w zaniedbaniu, podobnie zresztą jak i inne dziedziny przemysłu, techniki i nauki. Dopiero Lenin w r. 1917 nadał pierwszy radiogram skierowany do całego narodu, słynne „wsiem, wsiem". Lenin przypisywał radiu wielką rolę i widział w swej wyobraźni, jak się sam wyrażał „miting z wielomilionowym audytorium".

Owocem tego były dekrety o ustanowieniu Rady Radiowej oraz o stworzeniu radiolaboratorium i pracowni. Kierownikiem laboratorium został M. Boncz-Brujewicz. Stworzono w ten sposób bazę szybkich postępów techniki wysokiej częstotliwości.

W krótkim ujęciu nie sposób podać nawet spisu najważniejszych osiągnięć radiotechniki radzieckiej. W wielkim skrócie podamy więc tylko kilka najcharakterystyczniejszych danych. W r. 1918 zbudowano kilka radiostacji łukowych o mocy aż do 100 kilowatów. W tymże roku zaczęto wprowadzać lampy elektronowe do nadajników. Radiofonia radziecka rozwija się coraz bardziej przynosząc coraz to nowe osiągnięcia. W r. 1934 zbudowano sławną stację im. Kominternu, o mocy 500 KW. Na stacji tej zastosowano po raz pierwszy system blokowy, polegający na 6 blokach po 100 KW każdy (1 rezerwowy), pracujących na wspólny obwód zamknięty, a stąd moc idzie linią przesyłową na antenę. W razie uszkodzenia jakiegokolwiek elementu, blok automatycznie wyłącza się i na jego miejsce włącza się blok rezerwowy. System ten został obecnie zmodernizowany i ostatnia radiostacja średniofalowa, zbudowana czasu wojny na rozkaz Stalina, jest właściwie zespołem sześciu odrębnych radiostacji stu-kilowatowych. Wspólny jest tylko oscylator kwarcowy oraz obwód zamknięty, linia przesyłowa oraz antena.

Dla radiostacji krótkofalowych system powyższy jest teoretycznie możliwy lecz niezmiernie trudny do wykonania, zwłaszcza jeśli fala ma być zmienną. Wypracowano więc system „składania mocy w eterze". Znaczy to, że dwa nadajniki pracują na dwa systemy anten. Oba te układy są tak zbudowane, że na siebie wzajemnie oddziałują niewiele. Zato w odległości efekt jest równy podwójnej mocy jednej stacji. W razie chwilowego uszkodzenia jednej ze stacji, odbiór nieco się osłabia, lecz oczywiście nie zanika całkowicie. Poza tym można nastawiać kierunek najsilniejszego promieniowania przez proste przesunięcie fazy prądu antenowego jednego z nadajników.

Dla zwiększenia sprawności dużych nadajników zastosowano kilka oryginalnych systemów oszczędnościowych, np. przez uzyskanie specjalnego kształtu impulsu prądu anodowego. Poza tym opracowano teoretycznie i praktycznie szereg ważnych szczegółów, jak np. zabezpieczenie zasilania nadajnika, chłodzenie lamp nadawczych, automatyczne nastawianie i ochrona lamp nadawczych (np. wyłącznik na 200 amperów przy napięciu 10 kilowoltów itp.) itd. itd.

W dziale prostowników opracowano lampy prostownicze rtęciowe z siatkami sterującymi oraz prostowniki w kotłach metalowych na moce do 1000 KW.

W dziedzinie odbiorczej prace uczonych radzieckich są powszechnie znane z szeregu książek i podręczników, które nie mają sobie równych w świecie. Uczeni ci nie tylko zbierali w całość istniejącą teorię, ale przede wszystkim tworzyli ją dla szeregu skomplikowanych zjawisk w odbiorze i w technice odbiorczej. Odnosi się to np. do detekcji, przemiany częstotliwości, odbioru szerokowstęgowego, fal ultra-krótkich, walki z zakłóceniami, dalej uzyskiwania drgań czysto-sinusoidalnych w obwodach bez indukcyjności itd. itd. Praktyczna budowa odbiorników lampowych zaczęła się w kraju pierwszego odbiornika (Popow nazywał go „wykrywaczem burz") bardzo wcześnie, bowiem już około roku 1920 i to na lampach własnej produkcji. Rozwój doprowadził stopniowo do zastosowania rdzeni proszkowanych, układu przemiany częstotliwości, odbioru wielokanałowego (każda wstęga modulacji wykorzystana dla innej komunikacji, lub nawet dla kilku), odbioru telegraficznego wielkiej szybkości, odbioru z aktywną pauzą (przesunięcie częstotliwości znak — pauza). Odbiorniki radiofoniczne znane są Czytelnikom z licznych opisów w naszym miesięczniku. W końcu ostatniej pięciolatki liczba odbiorników produkowanych przez różne fabryki dojdzie do 1 miliona rocznie.

Znane są powszechnie wśród specjalistów pionierskie prace uczonych radzieckich w dziedzinie teorii i praktyki anten nadawczych. Początkowo opracowywano anteny długofalowe, które mają wiele specyficznych zagadnień. Podstawowa była jednak praca w dziedzinie anten krótkofalowych. Choć może nie jest to łatwe do zrozumienia, postaramy się wyłożyć na czym polegało nowe podejście do obliczenia złożonych anten krótkofalowych. Otóż poprzednio otrzymywano oporność promieniowania anteny w ten sposób, że obliczono całą energię wypromieniowaną, jaka przechodziła przez wyobrażoną wielką czaszę kulistą (półkulę) nakrywającą antenę umieszczoną w jej środku. Postępowanie to jest bez zarzutu i zastrzeżeń, gdy chodzi

---

Radiofonizacja kraju to walka

---

o pojedynczą antenę i wyniki są rzetelne. Gdy jednak antena składa się z wielu elementów, jak to przede wszystkim znajdujemy w zakresie fal krótkich (anteny kierunkowe), choć i nierzadko w zakresie fal średnich, promieniowanie poszczególnych elementów oddziaływa na elementy sąsiednie i powoduje, że obliczenie energii przechodzącej przez powierzchnię czaszy kulistej jest nieaktualne i nie pozwala na wprowadzenie i uwzględnienie wzajemnego wpływu promieniowania jednej anteny składowej na inne. Zasługą uczonych radzieckich jest to, że potrafili obliczyć to wszystko inaczej. Zamiast we wnętrzu czaszy kulistej obliczono mianowicie to promieniowanie, które wychodzi z powierzchni samego przewodu antenowego. Jest to przecież wszystko jedna i ta sama energia, tylko raz ujęta w czaszy na pewnej odległości (bez strat) czy też u samego źródła. Takie ujęcie pozwala na porachowanie działania każdej anteny składowej w układzie złożonym, wpływu na nią anten sąsiednich i wzajemnie jej wpływu na inne. Całe to zagadnienie nie wydaje się skomplikowane, lecz ujęcie jego w formę matematyczną, zgodną z przebiegami fizycznymi, jest prawdziwym wynalazkiem matematyczno-fizycznym, który stworzył drogę do dzisiejszego stanu teorii i techniki antenowej. Mimo jednak wielkiej liczby prac w tej dziedzinie, niczego istotnego do tych pionierskich prac uczonych radzieckich z lat dwudziestych nie dodano. Oczywiście, że stan praktyczny zastosowania anten krótkofalowych dla szeroko rozgałęzionych sieci radiokomunikacyjnych Związku Radzieckiego jest odpowiednio wysoki.

Rozwój telewizji w Związku Radzieckim postępował niezależnie od zagranicy. Pierwsze próby datuje się już z lat 1924—6. Pierwsze nadania publiczne odbyły się w r. 1931. W r. 1940 stworzono system 441-liniowy (mechaniczny). Jednocześnie jednak szły prace nad systemami elektronowymi i zupełnie niezależnie stworzono lampy nadawcze (ikonoskop, emitron, ortikon), odbiorcze (kineskop) oraz wiele oryginalnych schematów i układów, jak również sprawę projekcji na duży ekran. Obecnie jest w ruchu telewizja 625-liniowa, najbardziej subtelna, jak wiadomo, w świecie. Jednocześnie postawiono na odpowiednim poziomie produkcję odbiorników, z których niektóre przykłady oglądaliśmy osobiście na Targach Poznańskich.

Dziedzina elektroakustyki posiada w Związku Radzieckim wybitnych specjalistów, instytuty, wytwórczość oraz znane, poszukiwane, jedyne w swoim rodzaju dzieła naukowe i techniczne.

W powyższym krótkim streszczeniu dotknęliśmy tylko najważniejszych pozycji naukowych i technicznych, związanych z radiotechniką. Zainteresowanych odsyłamy do miesięcznika radzieckiego „Radiotechnika“, w którym znajdą obszerniejsze wywody.

Gazetki mikrofonowe w zakładach pracy

Wiele fabryk i zakładów pracy, które mają zainstalowane urządzenia radiowe prowadzi już własne gazetki mikrofonowe. Audycja taka, składająca się z wiadomości politycznych na dany dzień, zarządzeń i komunikatów wewnętrznych, rozprowadzana jest za pomocą głośników na wszystkie budynki i sale danego zakładu pracy. Wzorową gazetkę mikrofonową przygotowuje zespół redakcyjny Państwowego Przedsiębiorstwa „Radiofonizacji Kraju“ w II Tygodniu Propagandy Radiofonizacji Kraju. Mamy nadzieję, że ten nowy rodzaj gazetki mówionej znajdzie wielu naśladowców.

Naokoło świata w 55 skokach

Najdłuższe fale radiowe, stosowane do komunikacji telegraficznej na największe odległości, okrążają z łatwością całą kulę ziemską, w czasie jednej siódmej sekundy. Radiostacje pracujące na tych falach, używające alternatorów wielkiej częstotliwości, nie są bynajmniej przestarzałe mimo podeszłego wieku i niestosowania lamp elektronowych. Starzy praktycy pocztowi uważają je, przeciwnie, za najbardziej pewne, wręcz niezawodne dla stałej łączności. Nasza stacja tego typu, zainstalowana w Babicach, której długi szereg wież 100-metrowych znany był doskonale każdemu warszawiakowi, nie przeżyła, niestety, działań wojennych. O jej pewności i zasięgu świadczy fakt, że w czasie okupacji Niemcy używali jej do komunikacji ze swymi łodziami podwodnymi na całym świecie. Pracowała ona na częstotliwości nieco ponad 16.000 c/s, czyli na fali długości około 18.000 m.

O rozchodzeniu się fal tej mniej więcej długości dochodzą nas obecnie dość ciekawe wiadomości. Otóż fala taka przebiega pomiędzy dwiema warstwami przewodzącymi, a mianowicie powierzchnią Ziemi oraz najniższą warstwą Jonosfery, położoną na przeciętnej wysokości 65 km. Pomiędzy tymi „bokami prowadnicy falowej“ biegnie fala odbijając się raz od jednego, raz od drugiego. Z precyzyjnych pomiarów różnicy czasu rozchodzenia się fali bezpośredniej oraz tej, która obiegła Ziemię dokoła, w odwrotnym kierunku, obliczono, że fala dokonuje 55 skoków przy jednej takiej podróży. Długość każdego skoku wynosi zatem 728 kilometrów, zaś kąt, pod którym fala pada na powierzchnię Ziemi a następnie ją opuszcza, mierzy 8 stopni.

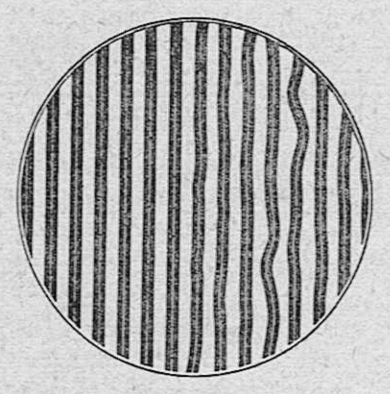
---

o kulturę, postęp i pokój!

Przedłużenie audycji płyty gramofonowej

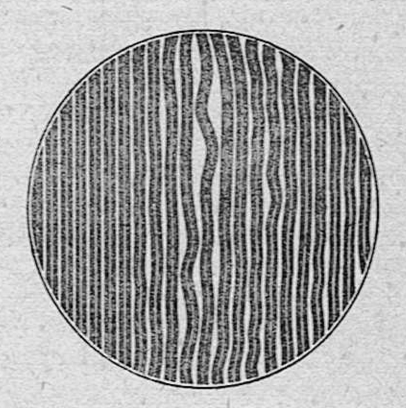
W normalnej płycie gramofonowej, pomiędzy poszczególnymi rowkami trzeba zostawić odstęp tak duży, aby przy najsilniejszym dźwięku, który odpowiada największemu odchyleniu od pozycji normalnej, nie nastąpiło przecięcie się rowków i to nawet wtedy, gdy wychylenia szczytowe znajdują się naprzeciw siebie. Tak więc odstęp rowków jest z konieczności znaczny, o wiele większy niż przeciętnie potrzeba, uwzględniać musi bowiem rzadko stosunkowo napotykane szczyty. Dodamy jeszcze, że odstęp rowków został znormalizowany uwzględniając te właśnie duże odstępy. W niektórych płytach może więc ten szczyt dźwięku wcale nie występować, a mimo to odstęp rowków jest nań obliczony. Nowa metoda nagrywania zrywa z niezmiennym odstępem rowków. Odstęp jest sterowany przez samą audycję i dostosowuje się do każdochwilowej siły dźwięku. Zachowuje się go tylko takim, aby sąsiednie rowki z pewnością się nie przecięły, ale nie więcej. W ten sposób cenna powierzchnia płyty zostaje o wiele lepiej wykorzystana.

Aparatura służąca do sterowania odstępu rowka jest bardzo skomplikowana i precyzyjna. Sterowanie musi bowiem przygotowywać zapotrzebowanie na odstęp dla dźwięku który ma dopiero nastąpić, i to uwzględniając położenie rowka poprzedzającego, naprzeciw położonego. Poza tym cała operacja musi być niesłyszalna i nie może wywoływać jakichkolwiek zniekształceń. Rozwiązanie takiego problemu wymaga znacznego nakładu aparatury, elektronowej i mechanicznej, przy czym wymagania dokładności przekraczają wszystko, co dotychczas spotykano w technice niskiej i wysokiej częstotliwości. Dość powiedzieć, że organ sterujący liczy 56 lamp i rozwiązuje zadanie przesuwania rowka tak, aby trzymał on należyty, lecz nie za duży odstęp od swego sąsiada na płycie, w zależności od siły dźwięku. Dodać przy tym należy, że obecnie wszystkie płyty nagrywa się wpierw na taśmie magnetofonowej. Z taśmy dopiero odgrywa się matryce nowej płyty. Dzięki temu można przystosować się do każdochwilowych okoliczności.



Rys. 1.

Dotychczasowa metoda nagrywania. Równomierny odstęp rowków mechanicznie uzyskany i ustalony, wyzyskany zaś tylko w rzadko spotykanych chwilach najsilniejszego dźwięku. Przy średnich i słabych dźwiękach wartościowa powierzchnia płyty jest zmarnowana (z lewej strony obrazu 7 rowków bez muzyki)



Rys. 2.

Metoda dynamicznego sterowania odstępów rowków. Nierównomierny odstęp rowków sterowany elektrycznie i mechanicznie i dopasowany dokładnie do siły głosu. Zysk na powierzchni aż do 70% (z lewej strony obrazu znowu 7 rowków bez muzyki).

Przy nowym systemie nie zmieniają się ani metody wytwarzania płyt, ani też sposoby ich odgrywania. Dotychczasowe gramofony elektryczne mogą służyć, bez jakichkolwiek zmian, dla odgrywania nowych płyt. Zwraca się tylko uwagę na lekkość adaptera i odpowiednie igły.

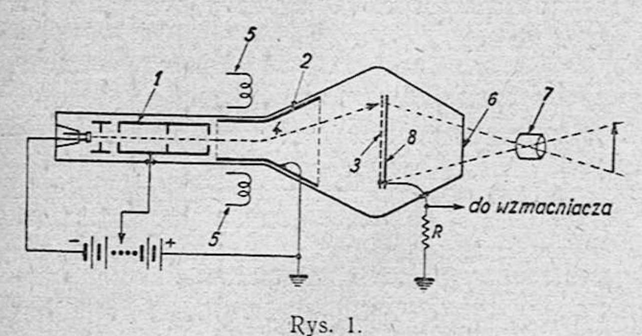
Uzyskaną dzięki ulepszonej metodzie powierzchnię płyty wyzyskuje się w dwóch kierunkach: bądź dla zwiększenia czasu audycji, bądź dla wzmożenia dynamiki dźwięków oraz wzmocnienia przeciętnego poziomu siły głosu, wreszcie stosować można mniejsze niż dotychczasowe płyty. Jako przykład możemy podać, że czas audycji normalnej płyty 30-centymetrowej wynosi przy opisanym systemie aż 9 minut, zamiast dotychczasowych 4, i to przy zwiększonej dynamice dźwięku.

(„Radiotechnik" Wiedeń)

Mgr Inż. Tadeusz Bzowski

Telewizja (XV)

Należy nadmienić, że oprócz wyżej opisanego normalnego ikonoskopu, wykonano doświadczalny model ikonoskopu z działem elektronowym skierowanym prostopadle do płaszczyzny mozaiki.



Rys. 1.

Ikonoskop z półprzeroczystą mozaiką. Oznaczenia: 1 — działo elektronowe, 2 — druga anoda, 5 — cewki odchylające strumień elektronów, 4 — strumień wybierający elektrony, 3 — półprzeroczysta mozaika, 6 — płaskie okienko, 7 — soczewka optyczna, 8 — płytka sygnalowa

Na rysunku 1 przedstawiony jest jego schemat. Jak widać, strumień wybierający (4), upada na płaszczyznę mozaiki pod kątem prostym. Daje to w efekcie znacznie mniejszy sygnał fałszywy, rzędu sygnału wizji, co pozwala na zwiększenie prądu ikonoskopu, a zatem na zwiększenie sygnału wyjściowego.

Również kształt napięcia wytworzonych plam (sygnały fałszywe), jest bardziej prosty, co ułatwia jego kompensację.

Oprócz tego układ działa elektronowego skierowany prostopadle do mozaiki nie daje zniekształceń trapezu, a więc i tu odpada stosowanie kompensacji.

Obraz optyczny rzucany jest na półprzezroczystą mozaikę, co wywołuje po jej światłoczułej stronie — fotoemisję.

Dalsze procesy następują jak w normalnym ikonoskopie. Sygnał wyjściowy z płytki sygnałowej otrzymuje się na oporze obciążenia R.

Największą trudnością było wykonanie półprzezroczystej mozaiki. Zrobiono ją z płytki mikowej o grubości ok. 0,1 mm. Z jednej strony powleczono ją, drogą napylenia, bardzo cienką warstewką platyny, z drugiej zaś wykonano normalną fotoczułą mozaikę, podobnie jak w zwykłym ikonoskopie.

Tak sporządzona mozaika tłumi przechodzące światło, najwięcej przy przejściu przez platynową płytkę sygnałową. Stwierdzono, że całkowita absorbcja światła przechodzącego przez mozaikę wynosi ok. 60%: stanowi to poważną wadę, którą wyżej omówione zalety łącznie z prostą konstrukcją nie zmniejszyły, gdyż czułość ikonoskopu z półprzezroczystą mozaiką wynosi ok. 30% czułości zwykłego ikonoskopu.

Superikonoskop

Następną lampą analizującą jest superikonoskop. Pracuje na zasadzie akumulacji energii świetlnej, jednak funkcje wyrzucania fotoelektronów i analizy obrazu są oddzielone w przeciwieństwie do ikonoskopu. Pozwala to na lepsze, pod względem wykorzystania, zaprojektowanie elementów lampy.

Superikonoskop jest około 10 razy czulszy, dzięki czemu wymaga mniejszego oświetlenia. I tak dla pracy na otwartym powietrzu wystarcza 100 luksów, natomiast przy świetle sztucznym (studio) należy jasność zwiększyć do 500 luksów, przez co uzyskuje się większą głębię ostrości. Superikonoskop pozwala na otrzymanie obrazu o definicji do 1000 linii.

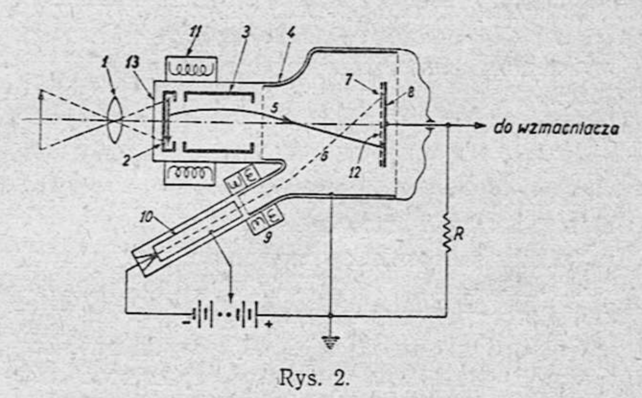
Rysunek 2 podaje schemat superikonoskopu.

W bańce podobnej do bańki ikonoskopu, poza płytką mozaikową (7, 8), działem elektronowym (10) i układem cylindrycznym elektrod przyśpieszających (3, 4), znajduje się półprzezroczysta fotoczuła katoda (2).

Podstawowymi składnikami fotokatody są cez i antymon.

Co się tyczy mozaiki, to nie jest ona fotoczułą (jak w ikonoskopie) posiada natomiast duży spółczynnik emisji wtórnej.

Obraz optyczny jest sprojektowany na wewnętrzną fotoczułą część katody. Wskutek pa-



Rys. 2.

Superikonoskop. Oznaczenia: 1 — soczewka optyczna, 2 — przezroczysta fotokatoda, 3 — anoda przyśpieszająca fotoelektrony, 4 — druga anoda, kolektor, 5 — tor fotoelektronu, 6 — tor strumienia wybierającego elektrony, 7 — mozaika, 8 — płytka sygnałowa, 9 — cewki odchylające strumień wybierający, 10 — działo elektronowe, 11 — cewka skupiająca fotoelektrony, 12 — obraz elektronowy na mozaice, 13 — płaskie okienko

dających fotonów katoda emituje elektrony proporcjonalnie do jasności rzutowanego obrazu.

Następuje tu transformacja obrazu optycznego na obraz elektronowy.

Z kolei elektronom wyzwolonym nadajemy szybkość w kierunku mozaiki, aby uderzając w nią wytrącały elektrony wtórne, które będą ładowały elementarne kondensatorki mozaiki.

Niewątpliwie efekt uzyskany w ten sposób będzie znacznie większy (duży spółczynnik emisji wtórnej) niż uzyskiwany drogą bezpośredniego wytrącania elektronów przez fotony, jak to ma miejsce w ikonoskopie.

Jest to główna przyczyna zwiększająca czułość lampy.

Potencjał przyśpieszający anod wynosi około + 500 V w stosunku do fotokatody.

Proces analizy odbywa się na mozaice, zatem należy tu skupić obraz elektronowy emitowany z fotokatody. Uzyskujemy to stosując skupienie elektromagnetyczne przy pomocy cewki długiej (11).

Mechanizm powstawania sygnału wizji tj. ładowności mozaiki i wybieranie jej strumieniem (6) — taki sam jak w ikonoskopie.

Z powyższego widać, że oprócz zwiększenia czułości lampa zachowała wady zwykłego ikonoskopu tzn. zdolność wytwarzania fałszywych sygnałów oraz małe wykorzystanie zakumulowanej energii świetlnej.

Superikonoskop nazywamy inaczej superemitronem lub eriskopem.

Zbudowano również ikonoskop z powielaczem oraz ikonoskop i superikonoskop z dwustronną mozaiką, jednak nie znalazły one szerszego zastosowania.

Superikonoskop należy również do grupy lamp w których strumień wybierający posiada dużą szybkość, w związku z czym powstają dodatkowo szkodliwe zjawiska związane z emisją wtórną. Niżej opisane zostaną lampy doskonalsze, w których do analizy używa się strumienia elektronów o bardzo małej szybkości.

Orthikon

Orthikon należy również do grupy lamp akumulujących energię świetlną.

Zależność pomiędzy sygnałem wyjściowym i naświetleniem mozaiki jest funkcją liniową, dzięki czemu uzyskuje się lepsze kontrasty.

W porównaniu do 5 ÷ 10% wydajność ikonoskopu, orthikon posiada wydajność użyteczną ładunku zakumulowanego wynoszącą prawie 100%.

W ikonoskopie, gdzie jak już podkreślono, strumień wybierający posiada dużą szybkość (ok. 1000 el-wolt), wytrącane są elektrony wtórne. Część ich użyteczna zostaje zebrana przez kolektor dając sygnał wizji, część zaś powracająca z powrotem na mozaikę — szkodliwa, wytwarza sygnały fałszywe.

W orthikonie natomiast przy wybieraniu nie występuje emisja wtórna, a to ze względu na małą szybkość strumienia wybierającego. Nie powstają więc sygnały fałszywe. Zbierany zostaje powrotny strumień wybierający i zmiany natężenia jego tworzą sygnał użyteczny.

Stuprocentową sprawność uzyskuje się dzięki:

a) nieobecności emisji wtórnej, gdyż nie ma strat ładunku zakumulowanego na mozaice.

b) istnieniu silnego pola zbierającego wszystkie fotoelektrony uwolnione z mozaiki.

Wykonanie lampy przedstawia duże trudności.

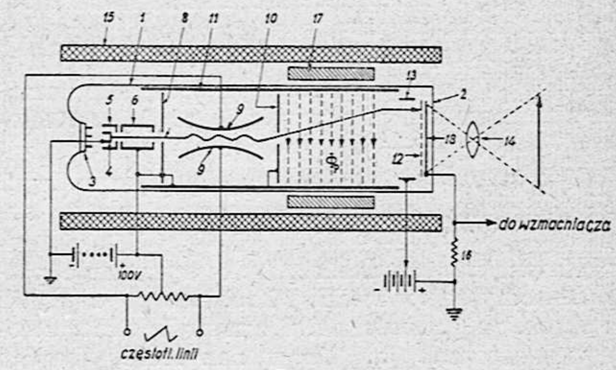
Polegają one na wytworzeniu i odchylaniu strumienia elektronów o małej szybkości bez zniekształceń.

Należy tu rozumieć zniekształcenie geometryczne oraz zjawisko nieostrości tzn. rozmazywanie plamki wybierającej.

Trudności te są duże, bo wiemy że np. strumień o małej szybkości ulega łatwo wpływom szkodliwym obcych pól zarówno magnetycznych jak i elektrycznych, które należy usuwać odpowiednimi ekranami.

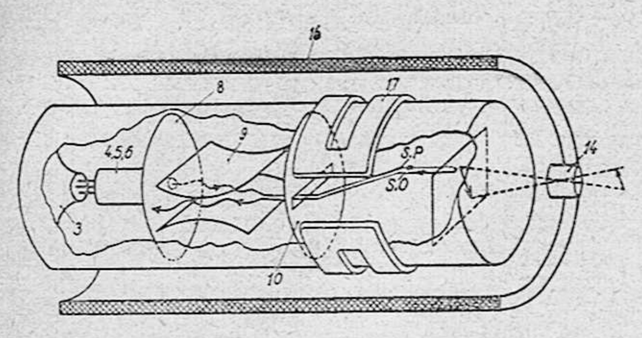
Następnym warunkiem dobrej pracy jest wytworzenie strumienia elektronów, który by przy odchylaniu był zawsze prostopadły do powierzchni mozaiki. Wymaga to zbudowania złożonych układów odchylających. Powyższe jest uwarunkowane względami nieostrości, gdy w wypadku padania strumienia na mozaikę pod kątem ostrym odbicie jego następuje również pod tym samym kątem ostrym.

Dzięki składowej szybkości strumienia równoległej do płaszczyzny mozaiki, następuje po-



Rys. 3.

Orthikon. Oznaczenia: 1 — bańka szklana, 2 — płaskie okno, 3 — doprowadzenie działa elektronowego, 4 — katoda, 5 — elektroda modulująca, 6 — anoda przyśpieszającą (około 100 V), 7 — strumień elektronów wybierających, 8 — ekran pierwszy, kolektor, 9 — płytki odchylające, 10 — drugi ekran, 11 — osłona metalowa wewnętrzna, 12 — przezroczysta mozaika, 13 — elektroda hamująca, 14 — soczewka optyczna, 15 — cewka wytwarzająca pole podłużne Φ_0 (osiowe), 16 — opór pracy, 17 — cewka wytwarzająca pole poprzeczne Φ_p 18 — płytka sygnałowa



Rys. 4.
Perspektywa wnętrza orthikonu. Widoczne tory elektronów pierwotnych (S.P.) i elektronów odbitych (S.O.) Inne oznaczenia jak na rys. 3.

ślizg strumienia wzdłuż niej, co wywołuje efekt nieostrości (rys. 7).

Niżej zostanie opisany orthikon i wyjaśnione procesy jego pracy.

Rys. 3 i 4 przedstawiają orthikon.

Cylindryczna bańka szklana (1) zakończona jest z jednej strony płaskim okienkiem (2), zaś z drugiej strony zatopione są doprowadzenia działa elekronowego (3). Działo składa się z katody (4), przed którą znajduje się cylinder modulujący (5), dalej następuje cylindryczna anoda (6) o potencjale ok. + 100 V przyspieszającym strumień elektronów (7).

Diafragmy wewnątrz cylindra (6) zwężają strumień elektronów, gdyż wąski strumień pozwala uzyskać wyższą definicję obrazu oraz zmniejszyć zniekształcenia.

Elektroda (5) służy do regulacji strumienia elektronów. Za działem elektronowym znajduje się płaska tarcza - ekran (8) z otworem w środku, dużym w porównaniu do przekroju strumienia elektronów.

Pomiędzy płytkami 9 — 9 następuje odchylanie poziome dzięki obecności pola elektrycznego o kształcie zębatym, które otrzymuje się przez przyłożenie do płytek napięcia o takim samym kształcie.

Poza płytką (9) znajduje się następny ekran (10) podobny do (8), jednak ze szczeliną podłużną, prostopadłą do płaszczyzny rysunku.

Ekrany (8) i (10) służą do ograniczenia przestrzeni rozciągania poziomego.

Wewnętrzna, cylindryczna część bańki szklanej (1) pokryta jest płaszczem metalowym (11), który rozciąga się od działa elektronowego aż prawie do mozaiki.

Anoda (6), ekrany (8) i (10) oraz płaszcz metalowy (11) są na jednakowym potencjale. Dzięki temu elektrony po wyjściu z anody (6) lecą dalej ze stałą szybkością, aż do elektrody cylindrycznej (13).

Półprzezroczysta mozaika jest umieszczona wewnątrz poza okienkiem (2).

Obraz optyczny skupiony jest na fotoczułej stronie mozaiki. Pomiędzy płytką sygnałową a ziemią załączony jest opór obciążenia (16), na którym uzyskujemy sygnały wyjściowe wizji. Również na ziemi znajduje się katoda działa elekronowego. Przed mozaiką umieszczono krótki cylinder (13) posiadający w stosunku do ziemi ujemny potencjał.

Para cewek (17) służy do wytworzenia poprzecznego pola, równoległego do linii sił pola elektrycznego płytek 9 — 9.

Cała lampa otoczona jest cewką długą (15) wytwarzającą dostateczne, jednostajne pole, równoległe do osi lampy — Φ_0.

Rozpatrzymy po kolei mechanizm procesów zachodzących podczas pracy lampy jak: skupianie, odchylanie poziome i pionowe, i powstawanie sygnału.

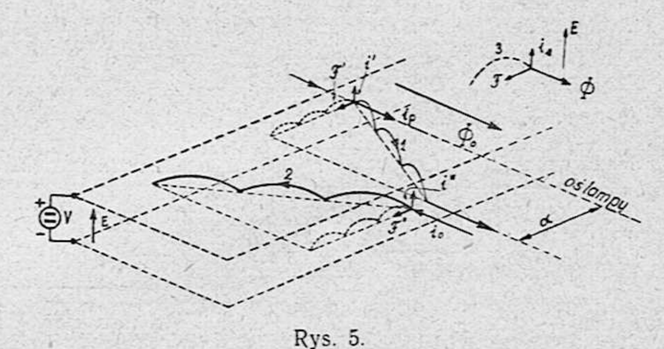
Skupianie strumienia jest elektromagnetyczne przy pomocy cewki długiej (część VII i IX).

Elektrony wylatujące z katody poza elekrodą modulującą zostają przyśpieszane przez potencjał anody i dalszych ekranów łącznie z płaszczem metalowym. Ponieważ jednocześnie istnieje pole cewki 15, więc elektrony będą biegły po spiralach, ogniskując się co pewien czas (względnie odległość), zależnie tylko od natężenia pola magnetycznego i szybkości elektronów (wielkości potencjału przyśpieszającego). Odległość ogniskowa jest równa

$$d = 2\pi \frac{m}{e} \frac{V_0}{H}.$$

Sytuacja się komplikuje tuż przy powierzchni mozaiki, gdy szybkość elektronów spada prawie do zera. W tym wypadku na bardzo małej odległości następuje cały okres ruchu spiralnego ($V_0 \cong 0$ i $d \cong 0$) co powoduje na powierzchni mozaiki zwiększenie przekroju strumienia, czyli pogorszenie ostrości.

Jeżeli element mozaiki posiada choćby najmniejszy ładunek dodatni, co ma prawie zawsze miejsce przy fotoemisji, to poprawienie skupienia osiągniemy przez zmianę napięcia anodowego lub pola magnetycznego.



Rys. 5.

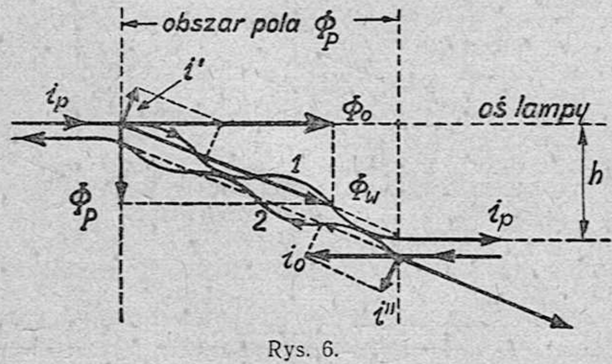
Odchylanie poziomie w orthikonie. Oznaczenia: Φ_0 — pole magnet. osiowe, V — napięcie między płytkami odchylającymi, α — odchylenie poziome, i_p — prąd elektronów pierwotnych (wybierających) i_0 — prąd elektronów odbitych, i', i'' — składowe prostopadłe prądu elektronów od działania napięcia V, F', F' — siły działania pola na prądy i' i'', 1 — tor elektronów pierwotnych (odchylony), 2 — tor elektronów odbitych (powrotnych), 3 — cykloidalny tor elektronów

Odchylanie poziome zachodzi pomiędzy płytkami 9. Po przejściu ekranu 8, elektrony wchodzą symetrycznie pomiędzy płytki 9 — 9. (rys. 5).

Załóżmy, że płytka 9" posiada potencjał dodatni względem płytki 9', to strumień elektronów będzie przyciągany przez nią, a więc powstanie składowa prądu prostopadła — i', która łącznie z polem cewki 15, wywoła ruch cykloidalny prostopadły do osi lampy. Ponieważ elektrony posiadają również ruch poosiowy z szybkością V_0, więc powstanie wypadkowy ruch cykloidalny nachylony pod pewnym kątem do osi lampy. Czas trwania okresu cykloidy zależy tylko od natężenia pola H, amplituda zaś jej — od różnicy napięć pomiędzy 9" i 9'. Jeśli dobierze się tak wartości H i V_0, aby w czasie przejścia przez płytki odchylające 9, elektrony zakreśliły całkowitą ilość cykloid, to droga zboczenia elektronów w ruchu cykloidalnym, czyli odchylenie poziome, zależeć będzie od V_{odch}.

Jest to jasne, gdyż ilość cykloid dla danego natężenia pola H jest stała, zmienia się tylko amplituda cykloidy, czyli droga przebyta w tym samym czasie (prostopadle do osi). A że droga jest równoznaczna z odchylaniem poziomym, więc będzie ono funkcją V_{odch}.

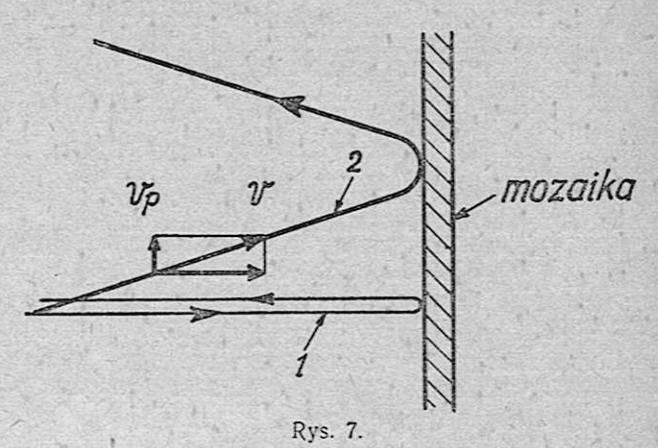
Należy również zaznaczyć, że wskutek dobrania całkowitej ilości cykloid, elektrony będą wychodziły z pola odchylającego odpowiednio w takim samym położeniu fazowym, w jakim w nie weszły. Gdy promień nieodchylony po przejściu pola uderza w mozaikę pod kątem prostym, to przy odchyleniu będzie również wychodził pod kątem prostym, ponieważ po wyjściu z pola elektrony mają tylko osiowy kierunek ruchu. Zachowana jest również jednostajna szybkość odchylania oraz niezmienność energii elektronów, co daje gwarancję jednakowej neutralizacji potencjału mozaiki.



Rys. 6.

Odchylanie pionowe w orthikonie. Oznaczenia: ip — strumień elektronów pierwotnych, Φ_0 — pole osowe, Φ_p — pole zmienne poprzeczne, Φ_w — pole wypadkowe, 1, 2 — tory śrubowe elektronów pierwotnych i powrotnych, i' i" — składowe prądu elektronów prostopadłe do strumienia wypadkowego, io — strumień elektronów odbitych, b — odchylenie pionowe

Płytki 9 muszą mieć kształt wygięty, aby strumień wchodził i wychodził z pola stopniowo. Zmniejsza to efekt pogorszenia skupienia i geometrycznych zniekształceń wywołanych polem krawędziowym. ż



Rys. 7.

Drogi elektronów w pobliżu mozaiki. Oznaczenia: 1 — tor elektronu prostopadłego do mozaiki, 2 — tor elektronu biegnącego pod kątem do mozaiki, vp — składowa równoległa do powierzchni mozaiki, powodująca poślizg elektronów na niej

Przy przepływie prądu elektronów w kierunku przeciwnym, co ma miejsce przy powrotnym biegu strumienia — zmieni się kierunek odchylenia cykloidy w polu (rys. 5) odchylającym.

W dalszej drodze do mozaiki, strumień odchylany przechodzi przez poziomą szczelinę podłużną w ekranie 10 i wchodzi w obszar działania cewek magnetycznych 17. Tutaj na pędzące elektrony działają dwa pola magnetyczne: jak przy odchylaniu poziomym — Φ_0 (pole osiowe cewki 15) i poprzeczne odchylające — Φ_v (pole cewki 17) — rys. 6.

Podczas gdy pole elektryczne między płytkami 9 zmienia się z częstotliwością linii, pole — Φ_v zmienia się z częstotliwością zmian obrazów.

Wypadkowe pole Φ_w będzie zmieniało swój kierunek odpowiednio do zmiany Φ_v. Składowa strumienia elektronów, prostopadła do wypadkowego strumienia magnetycznego, wywoła ruch śrubowy elektronów w kierunku Φ_w.

Jeżeli średnica zatoczonej śruby jest mała, to można założyć, że elektrony posuwają się wzdłuż pola wypadkowego (jak przy soczewkowaniu magnetycznym), które zmieniając położenie swoje w płaszczyźnie pionowej wywołuje w ten sposób odchylanie.

Dla strumienia elektronów powrotnych (przeciwny kierunek ruchu elektronów) zmieni się skręt linii śrubowej, gdyż kierunek posuwania się elektronów będzie przeciwny do kierunku ruchu elektronów pierwotnych, natomiast kierunek ruchu śrubowego pozostanie taki sam tzn. wzdłuż wypadkowego pola – Φ_w.

Reasumując powiemy, że przez obszar cewki 17 elektrony powracają tą samą drogą co przyszły.

Jak i poprzednio, tak i tutaj, energia kinetyczna elektronów nie ulega zmianie i elektrony po wyjściu z pola w dowolnym położeniu odchylenia posiadają tę samą szybkość i kierunek równoległy do osi lampy, czyli prostopadły do powierzchni mozaiki.

Właściwie można powiedzieć, że elektrony począwszy od ekranu 8 aż do mozaiki, biegną ruchem śrubowym, który pomiędzy płytkami 9 doznaje odchylania poziomego zaś w obszarze cewki 17 — pionowego.

W dalszym ruchu elektroda opóźniająca (13), hamuje elektrony, tak że dochodzą one do mozaiki z szybkością prawie równą zeru.

Część elektronów neutralizuje ładunki elementów mozaiki, reszta odbija się pod kątem prostym (kąt padania = kątowi odbicia) i powraca tą samą drogą przez obszar odchylania pionowego. W obszarze płytek 9 strumień zostaje odchylony w przeciwnym kierunku do toru strumienia elektronów pierwotnych i w końcu zostaje zebrany przez ekran 8, który gra rolę kolektora.

(d. c. n.)

S. Krize

Ujemne sprzężenie zwrotne (II)

Rozpatrzymy najczęściej używane układy ujemnego sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczach niskiej częstotliwości.

Ujemne sprzężenie zwrotne obejmujące jeden stopień

Na rys. 6, 7 i 8 widzimy najprostsze układy ujemnego sprzężenia zwrotnego obejmującego tylko końcowy stopień wzmacniacza. Jako lampę wyjściową zastosowano pentodę. Układy te można tak samo stosować w przypadku, gdy w stopniu wyjściowym pracują inne typy lamp triody i tetrody.

W układzie rys. 6 napięcie sprzężenia zwrotnego podawane jest przy pomocy dodatkowego uzwojenia umieszczonego na transformatorze wyjściowym. Uzwojenie to może być nawinięte na wtórnym uzwojeniu transformatora. Ilość zwojów uzwojenia sprzężenia zwrotnego w_β można wyznaczyć w następujący sposób.

Współczynnik sprzężenia zwrotnego dla układu rys. 6 równa się

$$A = 1 + K\beta = 1 + \frac{U_a}{U_g} \cdot \frac{w_\beta}{w_1}$$

gdzie K — wzmocnienie stopnia wyjściowego nieuwzględniające współczynnika transformacji transformatora wyjściowego. U_a — amplituda napięcia w obwodzie anody; U_g — amplituda napięcia w obwodzie siatki lampy stopnia wyjściowego; w_1 i w_β — ilość zwojów uzwojenia pierwotnego i uzwojenia sprzężenia zwrotnego.

Wyznaczając z ostatniego równania niewiadomą w_β znajdziemy

$$w_\beta = w_1 (A - 1) . \frac{U_g}{U_a} = w_1 \frac{A - 1}{K}$$

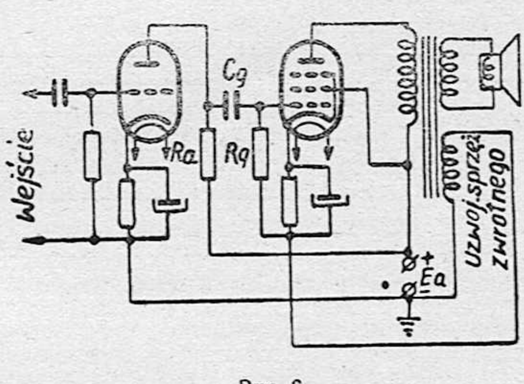
stosunek $\frac{U_a}{U_g} = K$ dla każdej lampy można łatwo znaleźć z charakterystyk i zwykle bywa on rzędu 10. Ilość zwojów pierwotnego uzwojenia transformatora wyjściowego w_1 powinna być przy obliczaniu układu znana, współczynnik sprzężenia zwrotnego A przyjmujemy w granicach 3—4.

Np. dla lampy 6F6 w normalnych warunkach $U_g = 15$ V, $U_a = 200$ V. Dlatego zakładając A = 3 znajdziemy

$$w_\beta = \frac{w_1}{7}$$

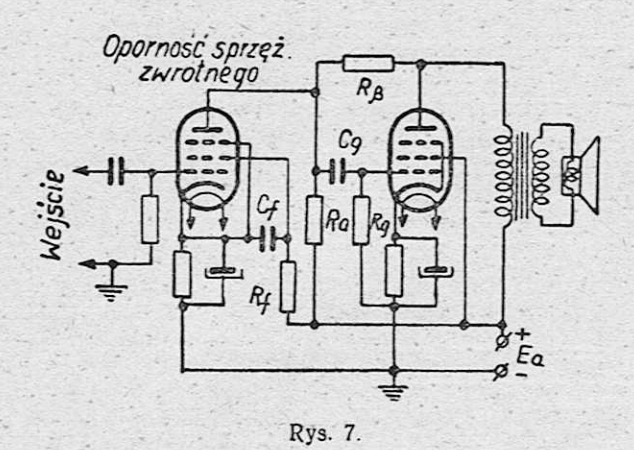
Pamiętajmy, że napięcie zdejmowane z lampy poprzedniego stopnia powinno być wzmocnione A razy. W naszym przykładzie napięcie to wynosi 45 V, co wymaga odpowiedniego powiększenia wzmocnienia poprzednich stopni.

Uzwojenie sprzężenia zwrotnego w układzie pokazanym na rys. 6 nawija się z drutu o tym samym przekroju, co pierwotne uzwojenie transformatora wyjściowego. Eksperymental-



Rys. 6.

nie znajduje się właściwy sposób połączenia końców tego uzwojenia, zapewniający sprzężeniu zwrotnemu ujemne znaczenie. Przy niewłaściwym połączeniu końców tego uzwojenia wzmacniacz zaczyna generować, co poznaje się po gwiździe w głośniku i zwiększeniu zniekształceń wzmacniacza. Przy właściwym połączeniu końców siła głosu spada (przy niezmienionym wzmocnieniu poprzedniego wzmacniacza) i głos staje się bardziej czysty.



Rys. 7.

Układ sprzężenia zwrotnego pokazany na rys. 7 nosi nazwę równoległego układu sprzężenia, ponieważ napięcie sprzężenia zwrotnego podaje się równolegle do sygnału wejściowego, nie zaś w szereg z nim, jak to ma miejsce w układzie rys. 6.

O ile chodzi o zmniejszenie zniekształceń i przeszkód, układy równoległego sprzężenia zwrotnego mają tę samą wartość, co układy szeregowego sprzężenia. Cechą charakterystyczną układów sprzężenia równoległego jest zmniejszenie ich oporności wejściowej przy wprowadzeniu sprzężenia, co przy niezmienionym napięciu na źródle sygnału wejściowego wymaga zwiększenia jego prądu. Wprowadzenie sprzężenia równoległego zmniejsza także wzmocnienie układu proporcjonalnie do czynnika sprzężenia zwrotnego $A = 1 + k\beta$. Spadek wzmocnienia można częściowo skompensować przez pewne powiększenie oporności obciążenia lampy poprzedniego stopnia R_a (rys. 7).

Układy z równoległym sprzężeniem zwrotnym pracują dobrze, jeżeli wewnętrzna oporność lampy stopnia poprzedniego jest wystarczająco duża, tj. przewyższa kilkakrotnie oporność obciążenia R_a. Warunek ten spełniamy stosując w stopniu poprzednim pentody wysokiej częstotliwości np. 6J7.

Dla układu pokazanego na rys. 7 przyjąć można na β takie przybliżone wyrażenie:

$$\beta \cong \frac{R_a}{R_\beta}$$

Zatem czynnik sprzężenia zwrotnego można dla tego układu wyrazić przy pomocy jego parametrów w taki sposób:

$$A = 1 + k\beta = 1 + K \cdot \frac{R_a}{R_\beta}$$

rozwiązując to na R_β otrzymamy:

$$R_\beta = R_a \frac{K}{A - 1}$$

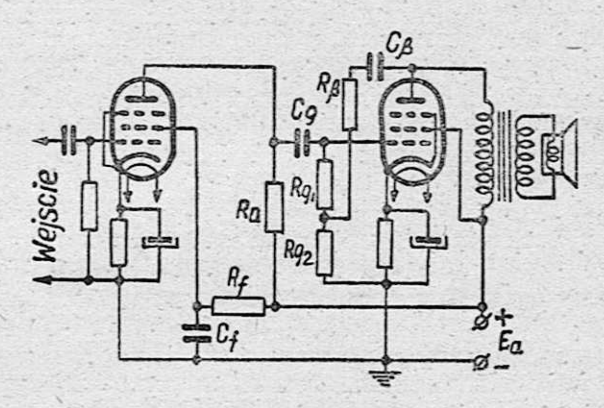
Dla większości praktycznych przypadków k równa się w przybliżeniu 10, $A = 3$; dlatego

$$R_\beta \cong 5 \cdot R_a.$$

Dla lampy 6J7 w układzie przedostatnim można np. polecać takie parametry układu:

$R_a = 0{,}2 - 0{,}3$ MΩ, $R_g = 0{,}8 - 1$ MΩ, $R_\beta = 1$ MΩ, $C_g = 0{,}01\ \mu F$, $R_f = 1$ MΩ, $C_f = 0{,}1\ \mu F$.

Układ pokazany na rys. 8 jest w istocie rzeczy wariantem poprzedniego układu i nie ma



Rys. 8.

w stosunku do niego żadnych zalet. Wielkość β dla tego układu można przybliżenie obliczyć z następującego wzoru:

$$\beta \cong \frac{R_{g2}}{R_{g2} + R_\beta} \cdot \frac{R_a}{R_a + R_{g1}}$$

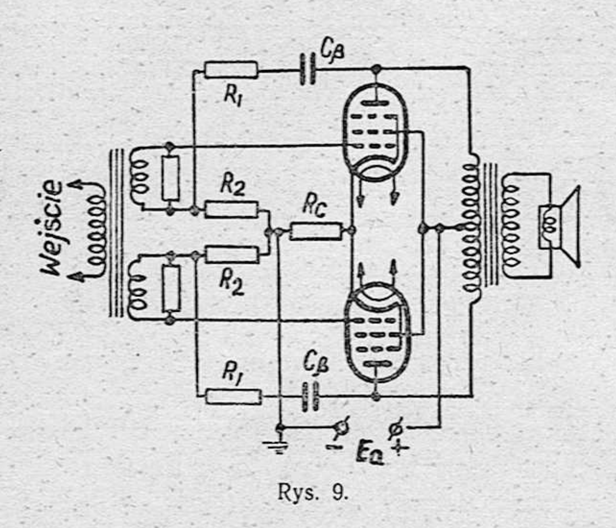
Na rys. 9 widzimy układ z ujemnym sprzężeniem zwrotnym w stopniu wyjściowym push-pull. Schemat ten można zastosować przy pracy lamp tego stopnia bez prądów siatki.

W tym układzie napięcie sprzężenia zwrotnego podaje się z obwodu anodowego lamp do obwodu siatki przez dzielnik napięć składający się z oporności R_1 i R_2. Kondensatory C_β konieczne są dla uchronienia obwodu siatkowego przed dostaniem się do niego stałego napięcia z obwodu anodowego.

β dla danego układu ma wygląd:

$$\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Oznaczmy całkowitą oporność dzielnika



Rys. 9.

w obwodzie sprzężenia zwrotnego $R_1 + R_2$ przez $R\beta$. Wówczas

$$\beta = \frac{R_2}{R\beta}$$

znajdźmy współczynnik sprzężenia zwrotnego

$$A = 1 + K\beta = 1 + K\frac{R_2}{R\beta}$$

skąd

$$R_2 = R\beta\frac{A-1}{K},\quad R_1 = R\beta - R_2$$

Wielkość oporności dzielnika $R\beta$ przyjmuje się w granicach 100.000 — 200.000 omów. Wzmocnienie K, jak i poprzednio można znaleźć z wyrażenia $k = \frac{U_a}{U_g}$.

Pojemność kondensatorów $C\beta$ wybiera się w ten sposób, aby ich oporność pojemnościowa była na całym zakresie pracy mniejsza, niż oporność dzielnika R. Można np. skorzystać z takiego wyrażenia $\frac{1}{2\pi f_n C\beta} = \frac{R\beta}{3}$ gdzie f_n jest najniższą częstotliwością, równą zazwyczaj 50 — 100 Hz.

Wyszukując z tego wyrażenia wielkość pojemności $C\beta$, wyrażonej w mikrofaradach, otrzymamy:

$$C\beta = \frac{10^4}{R\beta}\ (\mu F)$$

Jeżeli pojemność $C\beta$ ma wielkość nie standartową, trzeba ją zaokrąglić do najbliższej większej wartości standartowej.

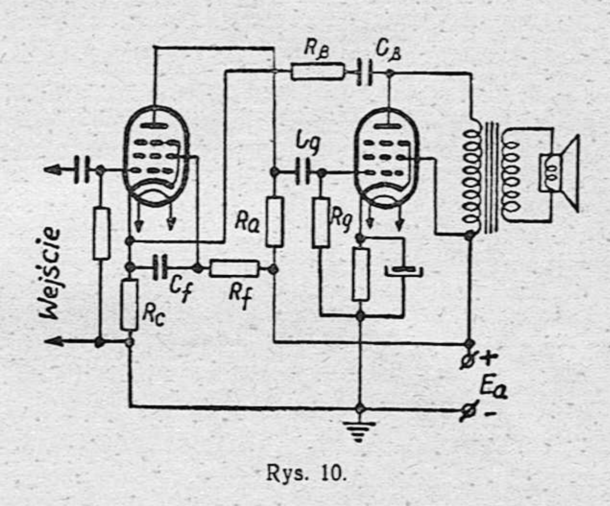
Z wzoru tego można określić pojemności kondesatorów w obwodzie sprzężenia zwrotnego $C\beta$ dla układów rys. 8, 9, 10 i 12.

Ujemne sprzężenie zwrotne obejmujące dwa stopnie

Chcąc zmniejszyć zniekształcenia i szumy powstające nie tylko w ostatnim lecz i w przedostatnim stopniu wzmacniacza, musimy objąć obwodem sprzężenia zwrotnego oba te stopnie. W tym wypadku trzeba podawać napięcie sprzężenia zwrotnego na wejście przedostatniego stopnia.

Układy sprzężenia zwrotnego obejmującego dwa stopnie wzmacniacza widzimy na rys. 10, 11 i 12.

W schemacie przedstawionym na rys. 10 napięcie sprzężenia zwrotnego przekazuje się z obwodu anody stopnia wyjściowego przez $C\beta$ i $R\beta$ na opór katodowy R_c pierwszej lampy. Opór ten służy równocześnie do podawania automatycznego ujemnego napięcia na siatkę



Rys. 10.

pierwszej lampy. Wielkość jego otrzymujemy ze zwykłego wzoru

$$R_c = \frac{E_g}{I_a + I_e}$$

gdzie E_g — wielkość ujemnego napięcia na siatce, I_a i I_e — prądy anody i siatki ekranowej, wyrażone w amperach. Wielkość E_g, I_a i I_e znajduje się z charakterystyk lamp.

Dla danego schematu słuszne jest takie wyrażenie dla wielkości β:

$$\beta = \frac{R_c}{R\beta}$$

Tak więc współczynnik sprzężenia zwrotnego A równa się:

$$A = 1 + k \cdot \beta = 1 + K \frac{R_c}{R\beta}$$

gdzie K — wzmocnienie obu stopni układu.

Wielkość $R\beta$ można znaleźć ze wzoru, który wynika z poprzedniego:

$$R\beta = R_c \cdot \frac{K}{A-1}.$$

Całkowite wzmocnienie obu stopni znajduje się jako:

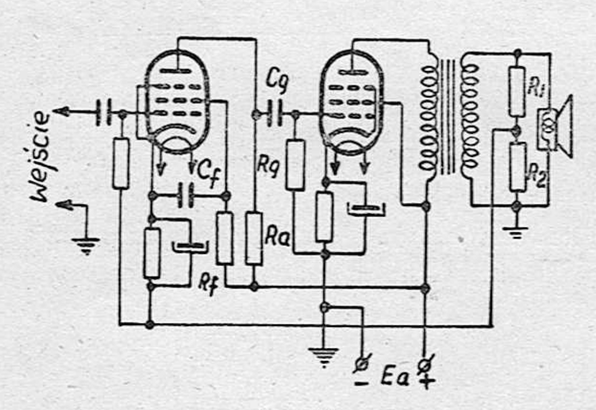
$$K = K_1 \cdot K_2 = S_1 \frac{R_a R_g}{R_a + R_g} S_2 R_{a2},$$

gdzie S_1 i S_2 — nachylenia charakterystyk pierwszej i drugiej lampy w punkcie pracy; R_a i R_g — anodowe i siatkowe opory wskazane na schemacie (rys. 10); R_{a2} — opór obciążający obwód anodowy lampy z ostatniego stopnia równający się

$$R_{a2} = R_n \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^2$$

Tutaj R_n — obciążenie uzwojenia wtórnego transformatora (np. oporność cewki dźwiękowej gośnika dynamicznego), w_1 i w_2 — liczby zwojów pierwotnego i wtórnego uzwojenia transformatora wyjściowego.

Wykonamy tytułem przykładu obliczenie rozpatrywanego układu sprzężenia zwrotnego (rys. 10).



Rys. 11.

Dane: pierwszy stopień pracuje na lampie 6J7 i ma następujące parametry: R_a = 0,2 MΩ, R_g = 0,6 MΩ, R_c = 10 K Ω.

Drugi stopień pracuje na lampie 6L6. Oporność cewki dźwiękowej gośnika dynamicznego R_n = 4 Ω, w_1 = 3.000 zwojów, w_2 = 100 zwojów.

Należy znaleźć dane obwodu sprzężenia zwrotnego.

1. Znajdziemy wielkość oporności R_{a2}

$$R_{a2} = R_n \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^2 = 4 \left(\frac{3000}{100}\right)^2 = 3600\,\Omega.$$

2. Obliczymy całkowite wzmocnienie układu K (bez uwzględnienia sprzężenia zwrotnego);

$$K = S_1 \frac{R_a R_g}{R_a + R_g} S_2 R_{a2} =$$

$$= 0{,}7 \cdot 10^{-3} \frac{2.10^5 \cdot 6.10^5}{2.10^5 + 6.10^5} \cdot 4.10^{-3} \cdot 3600 = 1500.$$

gdzie nachylenie charakterystyki lampy 6J7 w układzie oporowym S_1 = 0,7 mA/V, a S_2 = 4 mA/V.

3. Znajdujemy wielkość oporności $R\beta$ przyjmując współczynnik sprzężenia zwrotnego A = 4;

$$R\beta = R_c \frac{K}{A-1} = 10^3 \frac{1500}{4-1} =$$

$$= 5.10^5\Omega = 0{,}5\text{M}\Omega.$$

4. Znajdziemy pojemność kondensatora w obwodzie sprzężenia zwrotnego.

$$C\beta = \frac{10^4}{R\beta} = \frac{10^4}{5.10^5} = 0{,}02\ \mu\text{F}$$

Układ podany na rys. 11 pod wieloma względami jest analogiczny do poprzedniego. Różnica polega na tym, że napięcie sprzężenia zwrotnego bierze się z dzielnika $R\beta = R_1 + R_2$ włączonego do wtórnego uzwojenia transformatora wyjściowego.

Obliczenie tego układu także nie jest trudne. Wielkość oporności dzielnika $R\beta$ trzeba przyjąć 40—50 razy większe od wielkości obciążenia użytecznego R_n. Dla znalezienia wielkości oporności R_1 i R_2 korzystamy z wzorów uzyskanych dla układu rys. 9, a słusznych i w tym wypadku:

$$R_1 = R\beta \frac{A-1}{K}; \qquad R_1 = R\beta - R_2$$

Tutaj k jest to wzmocnienie dwóch stopni z uwzględnieniem współczynnika transformacji transformatora wyjściowego

$$K = K_1 \cdot K_2 =$$

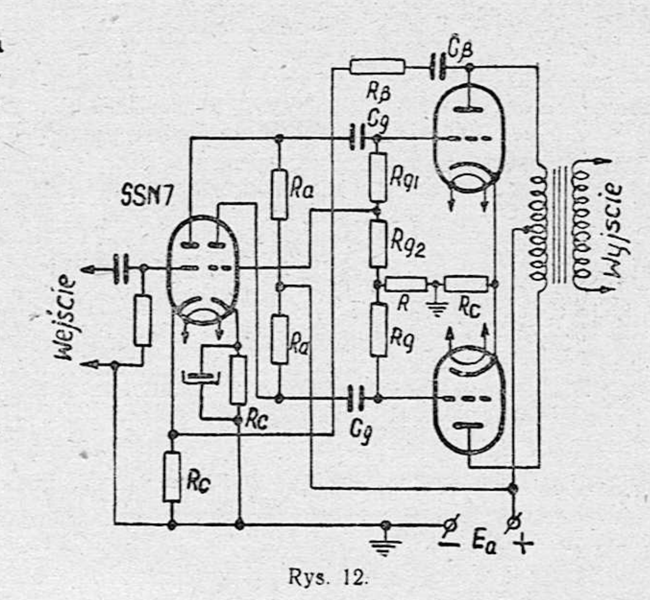
$$S_1 = \frac{R_a R_g}{R_a + R_g} S_2 R_{n2} \frac{w_2}{w_1}.$$

Na zakończenie rozpatrzmy układ sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczu z wyjściem w układzie przeciwsobnym (push-pull) i stopni z odwróceniem fazy przedstawiony na rys. 12.

Układ ten nadaje się tylko dla pracy stopnia wyjściowego bez prądów siatki, ponieważ między stopniami zastosowano sprzężenie oporowe. W stopniu wyjściowym można użyć lamp dowolnego typu. W stopniu z inwersją fazy można zastosować tylko podwójne triody z oddzielnymi katodami np. lampy typu 6SL7 lub 6SN7. Obwód sprzężenia zwrotnego oblicza się tak samo jak dla układu rys. 10.

Parametry układu z inwersją fazy można przyjąć rzędu: $R_a = 0{,}2\ M\Omega$, $R_{g1} = 0{,}5\ M\Omega$, $R_{g2} = 10.000\ \Omega$, $R = 0{,}5\ M\Omega$, $C_g = 0{,}01\ \mu F$.

Takie są najczęściej używane układy ujemnego sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczach niskiej częstotliwości.



Rys. 12.

Inż. J. Kroszczyński

Pomiar mocy nadajników amatorskich

Jeżeli wziąć pod uwagę, że zasadniczym zadaniem nadajnika jest dostarczenie możliwie największej mocy wysokiej częstotliwości, dziwne się może wydać, że w praktyce amatorskiej prawie z reguły nie przeprowadza się pomiaru mocy oddawanej i sprawności stopnia końcowego. Że potrzeba takich pomiarów jest istotna, można pokazać na następującym przykładzie: przypuśćmy, że amator X posiadając lampę nadawczą LS50 o mocy admisyjnej 40 W, wskutek niedokładnego dopasowania lub innych błędów osiąga sprawność 20%. Wtedy, dostarczając z prostownika moc 50 W, osiąga on moc 10 W w antenie, jednocześnie obciążając lampę do maksimum. Równocześnie amator Y posiadając np. zwykłą 6L6 o mocy admisyjnej 18 W (a więc znacznie słabszą niż LS50) przez staranną konstrukcję i wyregulowanie warunków pracy osiąga sprawność 66%, tzn. dostarczając do anody również 50 W promieniuje w eter z mocą 33 W, tracąc na anodzie zaledwie 17 W. (Oczywiście w obu wypadkach mowa o pracy telegraficznej). Chociaż przykład jest przejaskrawiony, to jednak strojąc nadajnik bez jednoczesnego pomiaru mocy oddawanej, znacznie częściej osiąga się sprawność 20% niż 70%. Odnosi się to szczególnie do nadajników amatorskich, z których każdy jest przecież nową konstrukcją, wymagającą doświadczalnego doboru najlepszych warunków eksploatacji.

W poniższym artykule podane zostaną niektóre sposoby pomiaru dostarczanej przez nadajnik mocy w. cz., przy czym szczegółowo opisana zostanie metoda fotometryczna, dokładna i nie wymagająca posiadania żadnych specjalnych przyrządów.

Na wstępie rozważmy pewne podstawowe zależności w wypadku niemodulowanego wzmacniacza mocy.

Jak powszechnie wiadomo, dostarczana z prostownika do anody końcowego stopnia nadajnika moc P_0 wynosi:

$$P_o = U_{ao}\, I_{ao} \qquad (1)$$

gdzie: U_{ao} — napięcie anodowe
I_{ao} — prąd anodowy

Moc P_0 traci częściowo na ciepło na anodzie lampy, częściowo zaś zamienia na użyteczną moc w. cz. Stosunek otrzymywanej mocy użytecznej do mocy dostarczanej z zasilacza nazywamy sprawnością.

$$\eta = \frac{P_w}{P_o} \qquad (2)$$

gdzie: η — sprawność
P_w — użyteczna (wyjściowa) moc w. cz.

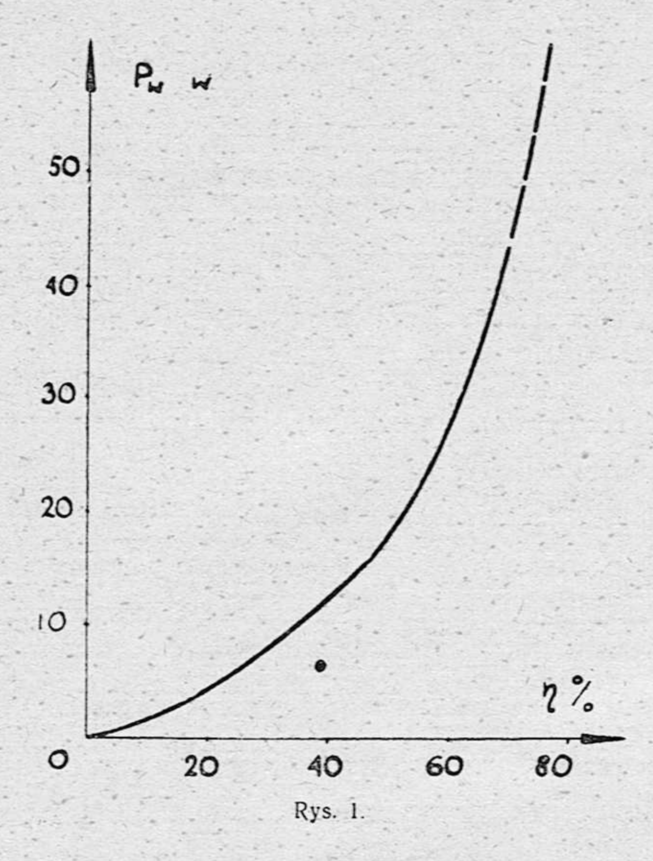
Ponadto jasne jest, że

$$P_o = P_a + P_w \qquad (3)$$

przy czym P_a — moc tracona na anodzie lampy.

Tracona na anodzie moc P_a nie może przekraczać dopuszczalnej mocy admisyjnej lampy. Zauważmy, że z (3) wynika

$$P_a = P_o - P_w \qquad (4)$$



Rys. 1.

Ścisłe ujęcie zależności, wspomnianych w podanym na wstępie przykładzie otrzymamy ze wzorów (2) i (3), mianowicie maksymalna możliwa do uzyskania z lampy o mocy admisyjnej P_a przy sprawności η moc P_w wynosi:

$$P_w = P_a \frac{\eta}{1 - \eta} \qquad (5)$$

Wykres na rys. 1 przedstawia teoretyczną $P_{w\,max}$ dla lampy o P_a = 18 W (a więc np. 6L6, EL12 itp.) dla różnych sprawności.

Powyższe rozważania odnoszą się do niemodulowanego wzmacniacza mocy. Nie będę w tym miejscu poruszał kwestii wykorzystania lampy oraz możliwych do osiągnięcia sprawności przy wzmacniaczach modulowanych (nadajniki foniczne) ze względu na to, że sama metoda pomiaru mocy i sprawności nie jest związana z tym zagadnieniem. Orientacyjne przykłady pracy lampy przy różnych systemach modulacji podane są dalej dla lampy LS50. W każdym razie, niezależnie od tego, czy nadajnik jest graficzny, czy foniczny, kwestia uzyskiwanej mocy i sprawności jest zasadniczą. Jeżeli chodzi o potraktowanie tej sprawy w należyty sposób, to w pierwszym rzędzie należy ustalić, w jakich teoretycznie warunkach powinna pracować użyta lampa dla otrzymania najlepszych wyników. Mówiąc konkretnie, należy znać następujące dane dla wzmacniacza w kl. C: napięcie anodowe, średni prąd anodowy, moc oddawaną, opór dopasowania, ujemne napięcie na I siatce i wielkość napięcia sterującego. Dwie ostatnie wielkości b. często są określane przez podanie prądu siatkowego przy danym oporze w obwodzie siatki.

Dane powyższe są na ogół publikowane jako najlepsze warunki pracy, zalecane przez wytwórnię. Dla przykładu podam tu tego rodzaju dane firmy „Telefunken" dla lampy LS50:

A. Wzmacniacz w. cz.

U_a = 1000V; I_a = 120 mA; Moc sterująca = 0,5W
U_{s2} = 300V; I_{s2} = 10 mA; Moc oddawana = 85W
U_{s1} = − 80V; I_{s1} = 2 mA; Opór dopasowania = 4375Ω
$U_{s1\,w.cz.}$ = 90V

B. Modulacja siatkowa.

U_a = 1000V; I_a=60 mA; Moc sterująca<0,5W
U_{s2} = 300V; I_{s2}= 3 mA; Moc oddawana 20W
U_{s1} = −150V; Opór dopasowania 4750 Ω

Szczytowa wielk. napięcia w. cz. na siatce 1 — 100V,
Szczytowa wielk. napięcia n. cz. na siatce 1 — 25V.

C. Modulacja w siatce III.

U_a = 1000V; I_a = 60 mA; Moc sterująca 0,6W
U_{s2} ≅ 250V; I_{s2}=20 mA; Moc oddawana 20W
U_{s1} = − 80V; I_{s1}= 4 mA; Opór dopasowania 4750 Ω
U_{s3} = −160V

Szczytowa wielkość napięcia n. cz. na siatce 1 — 100V;
Szczytowa wielkość napięcia n. cz. na siatce 3 — 160V.

W ten sposób określany punkt pracy najczęściej podawany jest w różnych publikacjach amatorskich (np. w „Radio Amateurs Handbook"). Jeżeli nie posiadamy danych fabrycznych, co do punktu pracy (względnie chcemy np. uruchomić lampę przy nieco innym napięciu anodowym ze względu na posiadany zasilacz) należy posiadając charakterystykę lampy obliczyć warunki pracy wzmacniacza mocy. Metoda obliczania podana była m. in. przez inż. J. Zimowskiego w Nr 5/6 „Radia" z r. 1948 na str. 19.

Posiadanie teoretycznych danych, fabrycznych lub będących wynikiem własnych obliczeń, daje podstawę dla późniejszego strojenia nadajnika. Jednak ostateczne osiągnięcie odpowiedniej mocy użytecznej w stopniu koń-

cowym jest możliwe tylko przez staranną eksperymentalną regulację. Pomijając możliwości zasadniczych błędów konstrukcyjnych, względnie drgań pasożytniczych, złej neutralizacji itp., wynika to głównie z faktu, że dane lampy mogą dość znacznie odbiegać od publikowanych w charakterystykach; ponadto jedną z najistotniejszych dla osiągnięcia dużej sprawności jest sprawa dobrego dopasowania wzmacniacza i obciążenia, co w warunkach amatorskich jest możliwe tylko drogą eksperymentowania.

W dalszym ciągu należy ustalić pewną podstawową metodę.

Jeżeli nadajnik pracuje z niedostateczną sprawnością, to istnieją następujące możliwości:

a. Wzmacniacz mocy jest zaprojektowany i zbudowany prawidłowo i mógłby pracować dobrze, jednak dopasowanie obwodu antenowego wykonano wadliwie.

b. Obwód antenowy jest zbudowany prawidłowo i dobrze dopasowany do wzmacniacza, który jest źle wykonany.

c. Zarówno konstrukcja wzmacniacza jak i dopasowania anteny są nieprawidłowe.

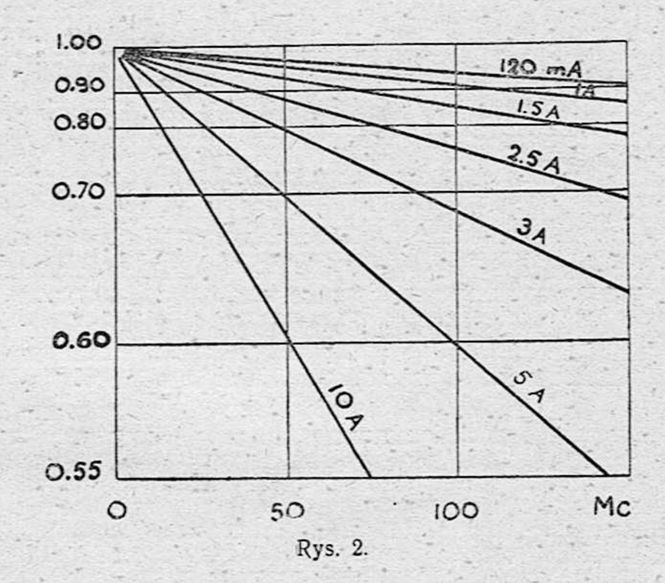
Przy konstrukcji nowej, jeszcze nie wypróbowanej, z reguły mamy do czynienia w mniejszym lub większym stopniu z wypadkiem c. Ze względu na to, że konstrukcja anteny, doprowadzenia („feedera") i obwodu dopasowującego jest sprawą dosyć trudną oraz uciążliwą eksperymentalnie, najbardziej racjonalnym sposobem jest dobranie najpierw warunków pracy samego wzmacniacza mocy, pracującego na tzw. „sztuczną antenę", a następnie dopiero eksperymentowanie z układem antenowym; to ostatnie zadanie upraszcza się zresztą ogromnie, gdy mamy wyregulowany wzmacniacz mocy i ustalone warunki jego pracy przy sztucznej antenie. Zagadnienie konstrukcji sztucznej anteny związane jest ściśle z metodą pomiaru mocy w. cz., dlatego w pierwszym rzędzie zajmiemy się tą sprawą.

1. Pomiar mocy za pomocą amperomierza wielkiej częstotliwości

Jeżeli amator posiada amperomierz w. cz. (z termoparą) to wydawałoby się, że nie ma nic prostszego, niż użyć jakiegoś znanego oporu jako sztucznej anteny i mierząc płynący przez niego prąd obliczyć moc oddawaną ze wzoru $P_w = I^2R$.

Niestety, w praktyce sprawa wygląda wcale nie tak prosto. Zastanówmy się nad możliwościami błędów, jakie można popełnić przy tym pomiarze.

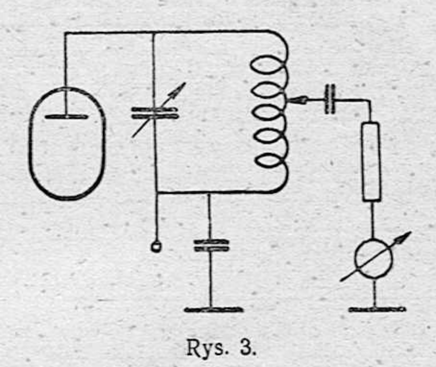
Przede wszystkim posiadacz amperomierza w. cz. na ogół ma możność sprawdzenia przyrządu jedynie przez porównanie ze zwykłym przyrządem uniwersalnym przy prądzie stałym lub zmiennym o częstotliwości 50 c/s. Natomiast najczęściej na przyrządach nie ma żadnych danych, co do częstotliwości granicz-



Rys. 2.

nej, przy której przyrząd daje jeszcze dokładne wskazania. Rysunek 2 podaje przykładowo spółczynnik korekcyjny dla kilku przyrządów fabrycznych.

Ponadto błędy powodują prądy pojemnościowe, płynące przez amperomierz. Dlatego przyrząd powinien być z zasady włączany w miejscu o niskim potencjale w. cz.; np. tak jak na rys. 3.


Rys. 3.

Najpoważniejszym jednak źródłem błędów jest tu sam opór obciążenia. Aby wzór $P = I^2R$ był dokładny, opór R musi być bezindukcyjny i bezpojemnościowy. Jasne jest, że nie może to być zwykły opór drutowy. Z drugiej strony, nie jest tak łatwo znaleźć masowy opór wytrzymujący obciążenie kilkunastu lub kilkudziesięciu watów; ponadto niektóre masowe opory również skonstruowane są w taki sposób, że źle nadają się jako obciążenie przy wysokich częstotliwościach. Jako oporu obcią-

żenia można używać specjalnego oporu drutowego, jednakże pod warunkiem, że dokładnie wiemy, jaki opór rzeczywisty i urojony ma dany opornik przy częstotliwości, przy której ma być dokonany pomiar mocy. Tego rodzaju postępowanie daje dobre wyniki przy należytym wyposażeniu laboratoryjnym, dla amatora jest jednak ta metoda na ogół niedostępna. Reasumując — przy pomiarze prądu w. cz. w warunkach amatorskich nie ma żadnej gwarancji, że oddawana przez stopień końcowy moc równa jest I^2R i pomiar może dawać zupełnie fałszywe wyniki.

Wspomnę jeszcze o wyznaczaniu mocy przez pomiar napięcia w. cz. na oporze R za pomocą woltomierza (np. diodowego). Oczywiście pomiar ten jest obarczony takimi samymi błędami, jak wspomniane wyżej, jeżeli chodzi o opór obciążenia. Ponadto woltomierz lampowy, (o ile nie jest dobrze zaekranowany) znajdując się w pobliżu kilkudziesięciowatowego nadajnika może pokazywać zupełnie nierealne wartości napięcia, ze względów zrozumiałych. Jest to więc metoda jeszcze mniej pewna.

2. Pomiar mocy metodą fotometryczną

W tym wypadku jako sztucznego obciążenia używamy zwykłej żarówki. Pomiar można przeprowadzić dwoma sposobami:

a) używając światłomierza z fotoelementem (fotograficznego). Ustawiamy go w pobliżu żarówki i notujemy wychylenie strzałki światłomierza przy świeceniu żarówki zasilanej prądem w. cz. z nadajnika. Następnie, nie zmieniając pozycji żarówki i światłomierza zasilamy żarówkę z sieci prądu zmiennego przez regulowany opornik, doprowadzając strzałkę światłomierza do poprzedniego wychylenia. Mierząc przyrządem uniwersalnym napięcie na żarówce i prąd płynący przez nią obliczamy dostarczaną jej moc prądu zmiennego; jest ona równa otrzymywanej poprzednio mocy w. cz.;

b) używając dwóch identycznych żarówek. Jedną z nich zasilamy prądem w. cz. z nadajnika, drugą z sieci prądu zmiennego przez regulowany opornik. Pomiar odbywa się przez doprowadzenie drugiej żarówki do tej samej jasności co pierwsza; moc w. cz. określamy mierząc moc prądu 50-okresowego, dostarczaną do drugiej żarówki, jak w drugiej części punktu a. Moment identycznej jasności obu żarówek można określić za pomocą któregoś z prostych fotometrów, znanych z kursu fizyki (np. kartka papieru z tłustą plamą), lub nawet „na oko".

Firma „Sylvania" wypuściła nawet na rynek specjalne żarówki z dwoma identycznymi niezależnymi włóknami w jednej bańce i mało stratnym cokołem, specjalnie do pomiaru mocy powyższym sposobem.

Muszę ponadto zaznaczyć, że nie można mierzyć mocy w. cz., używając tylko jednej żarówki, wg jasności której (bez światłomierza) określa się „na pamięć" moc oddawaną przez nadajnik. Nawet jeżeli dla porównania jednocześnie pali się identyczna żarówka z pełną jasnością (nieregulowana), popełnia się tym sposobem ogromne błędy.

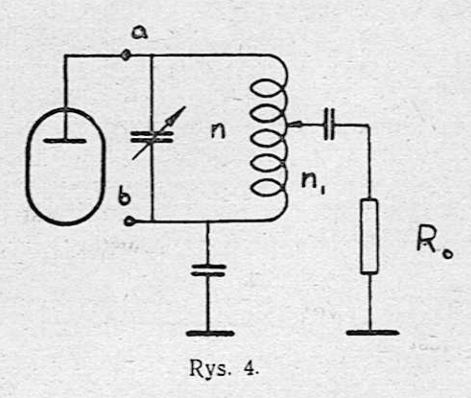
Fotometryczna metoda pomiaru mocy nie wymaga posiadania przyrządów na w. cz.; ponadto łatwo jest znaleźć żarówki dla pomiarów mocy w zakresie od 0,5 do 200 W. Moc żarówki należy wybrać tak, aby przy maksymalnej mocy nadajnika żarówka paliła się z nominalną swoją jasnością, względnie nieco słabiej. Jeżeli chodzi o dokładność pomiaru dla różnych częstotliwości, to przy falach b. krótkich powstają jedynie pewne trudności z dopasowaniem (o czym będzie mowa niżej), jednak sama metoda mierzenia mocy jest dokładna aż do wieluset megacykli.

Dodatkowo wspomnę jeszcze, że wskazane jest zdjęcie z żarówki cokołu z gwintem, ze względu na znaczne straty dielektryczne, jakie w nim powstają: można to poznać po tym, że w trakcie pomiaru cokół może być gorętszy od reszty żarówki. Ponieważ moc tracona w cokole nie jest objęta pomiarem, rzeczywista moc nadajnika będzie w tym wypadku większa niż zmierzona.

Pozostaje jeszcze do omówienia kwestia dopasowania sztucznej anteny. Jak wiadomo, wzmacniacz mocy pracuje dobrze tylko przy pewnej określonej wartości oporu dynamicznego obwodu anodowego. Wielkość tego oporu wynika również ze wspomnianego wyżej obliczenia wzmacniacza w klasie C. Dla lamp stosowanych na ogół przez amatorów, ten optymalny opór obciążenia jest rzędu kilku tysięcy Ω. Np. dla wspomnianej lampy LS50 wartość oporu dopasowania wynosi, zależnie od zastosowania wg punktów A, B, C, od 4375 do 4750 Ω. Ze względu na to, że b. trudno byłoby dobierać wielkość oporu sztucznej anteny chociaż w granicach ± 5% do wspomnianych wartości, co zresztą np. przy stosowaniu żarówek jest praktycznie niemożliwe, radzimy sobie w inny sposób. Najprostszym systemem przy oporach obciążenia niższych od wymaganego oporu dopasowania, jest wykorzystanie cewki obwodu anodowego jako autotransformatora. Z dość dużym przybliżeniem przyjąć można, że opór dynamiczny obwodu między punktami *a* i *b* wynosi:

$$R_d \cong R_o \left(\frac{n}{n_1}\right)^2 \qquad (7)$$

Przy obwodzie przeciwsobnym, oczywiście, należy R_0 dołączać symetrycznie, zmieniając przy regulacji dwa zaczepy jednocześnie, jak na rys. 5.



Rys. 4.

Dopasowanie dobieramy zmieniając zaczep na cewce do uzyskania największego wychylenia amperomierza w. cz., względnie największej jasności żarówki.

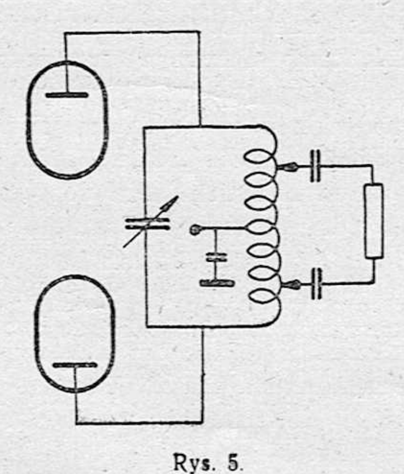
Sposób powyższy jest niedogodny przy małej ilości zwojów cewki, kiedy zmiana miejsca zaczepu o jeden zwój powoduje zbyt wielką zmianę Rd. Ponadto przy stosowaniu żarówek powstają trudności ze względu na zmianę oporności żarówek z temperaturą włókna, co wywołuje konieczność zmiany dopasowania w sposób ciągły. Z tych względów dogodniejszy jest układ jak na rys. 6.

Jeżeli obwody są zestrojone, wpływ sprzężenia obwodu II z obwodem I wyraża się przez jak gdyby wprowadzenie do obwodu I dodatkowego oporu R

$$R = \frac{(\omega M)^2}{R_2} \qquad (8)$$

Wskutek tego opór dynamiczny obwodu I między punktami a — b wynosi:

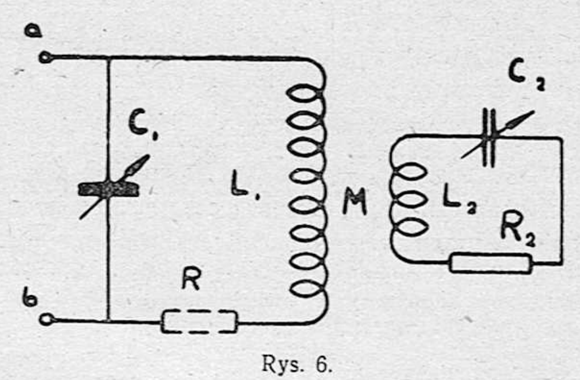
$$R_d = \frac{L_1}{R\, C_1} = \frac{L_1 R_2}{C_1\, \omega^2 M^2} \qquad (9)$$



Rys. 5.

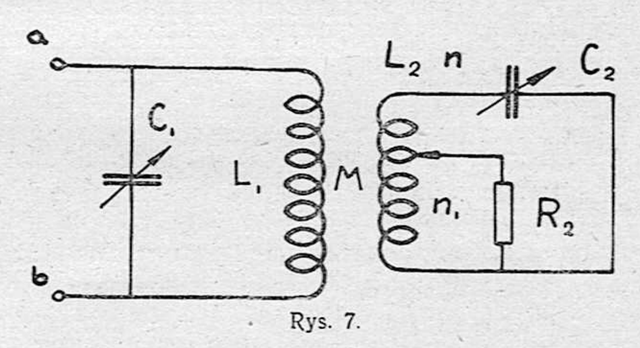
Zmieniajac sprzężenie obwodów zmieniamy indukcyjność wzajemną M, a więc i dopasowanie.

Układ z rys. 6 nadaje się dla niskich oporów R_2 (a więc np. żarówek samochodowych 6 lub 12 V). Przy większych oporach obciążenia należy stosować nieco odmienny system (Rys. 7).



Rys. 6.

Jak widać ze wzoru (9), cewka L_2 powinna mieć dostateczną ilość zwojów, aby można było osiągnąć odpowiednie dla dopasowania M (ze względu na to, że $M \leq \sqrt{L_1 L_2}$). Orientacyjnie, cewka L_2 powinna mieć nieco mniej zwojów niż L_1 w większości praktycznych zastosowań.



Rys. 7.

Przy wspomnianych układach należy rozpoczynać dopasowywanie od najmniejszego sprzężenia obwodu II z obwodem I, przy którym włókno żarówki zażarzy się czerwono, dostroić obwód II do rezonansu, przy czym żarówka rozjaśni się, a następnie zwiększać sprzężenie, przy czym w pewnym punkcie powinniśmy przejść przez maksimum jasności; przy dalszym zwiększaniu sprzężenia jasność żarówki szybko spada. Jeżeli to nie następuje, zachodzi możliwość, że cewka L_2 ma zbyt mało zwojów. Zarówno strojenie do rezonansu, jak i zmiany sprzężenia należy wykonywać powoli, ze względu na dość znaczną bezwładność cieplną włókna żarówki, szczególnie przy małych jasnościach.

Samej procedury strojenia wzmacniacza mocy nie będę w tym miejscu opisywał ze względu na to, że jest to obszerny temat, który wymagałby osobnego artykułu, obej-

mującego również sposoby sprzężenia ze stopniem sterującym, neutralizacji, usuwania drgań, pasożytniczych itp. Wspomnę jedynie, że po ustaleniu warunków pracy wzmacniacza mocy na sztuczną antenę (z najlepszą sprawnością), należy je zanotować, gdyż będą to już ustalone dane urządzenia na przyszłość. Również ułatwi to znacznie późniejsze dopasowywanie obwodu antenowego; wiemy mianowicie, że antena i nadajnik są dopasowane, jeżeli przy pracy na antenę wzmacniacz mocy pracuje w identycznych warunkach, jak ustalone poprzednio przy pomiarach na sztucznym obciążeniu.

Przegląd schematów

Schematy Nr 83 i 84 przedstawiają układy dwóch bardzo zbliżonych do siebie pod względem elektrycznym oraz wykonania odbiorników f. Blaupunkt — 5W69 i 5GW69. Jak już z samej nazwy wynika, pierwszy z nich jest zasilany wyłącznie z sieci prądu zmiennego, zasilanie zaś drugiego jest uniwersalne. Odpowiedni jest więc zestaw lamp oraz układ przede wszystkim pod względem napięć i prądów żarzenia oraz anodowych.

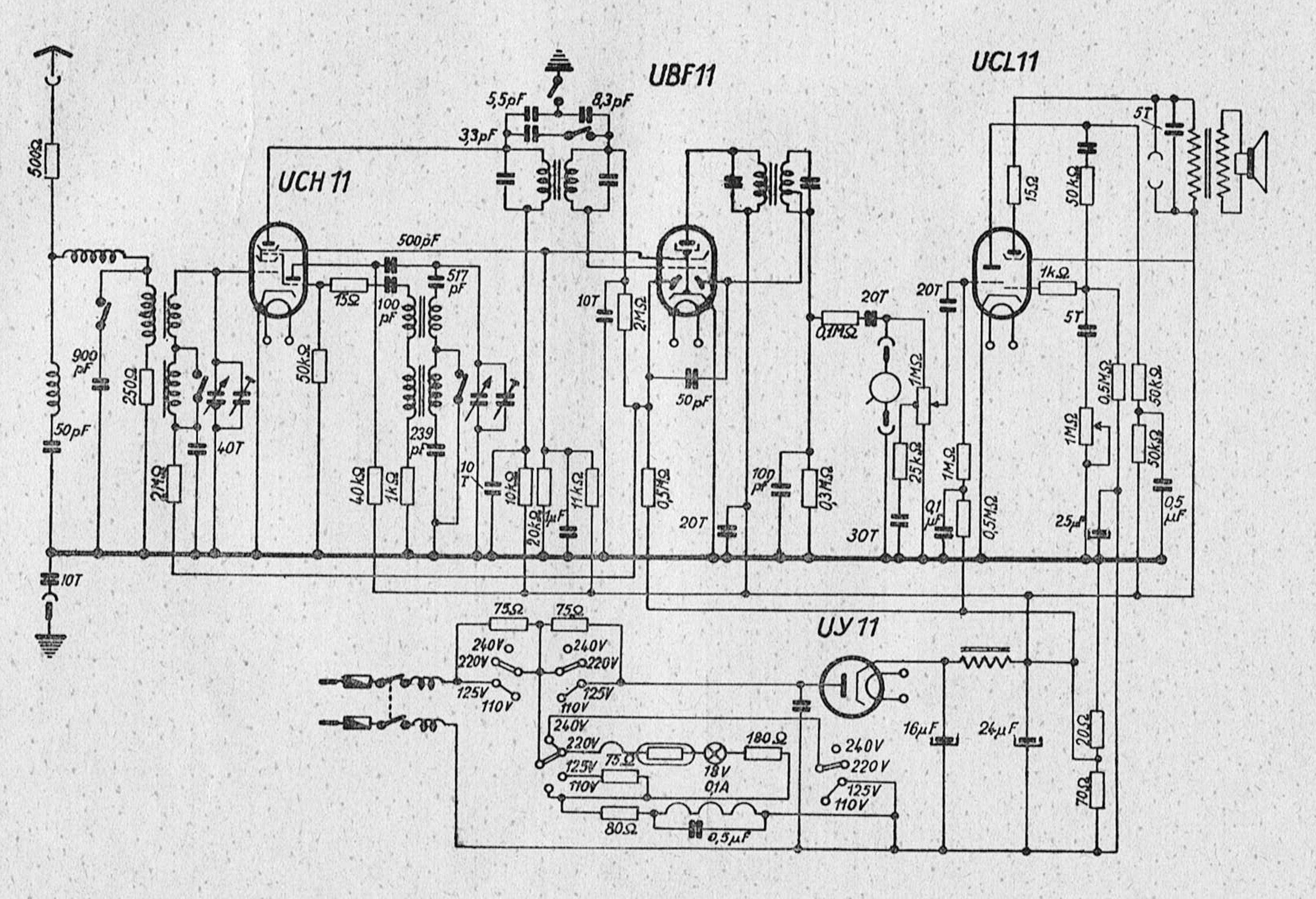
Obwód wejściowy, obok oporu tłumiącego 500 Ω oraz obwodu upływowego LC nastawionego na częstotliwość pośrednią układu, zawiera obwód rezonansu szeregowego, którego zadaniem jest uwypuklenie odbioru w zakresie fal długich. Jednocześnie obcina się w ten sposób te napięcia o częstotliwości fal średnich, które mogłyby dawać punkty gwizdów zwierciadlanych przy odbiorze fal długich. Odbiornik nie posiada zakresu fal krótkich.

Układ oscylatora jest normalny, z tym, że po stronie siatki jest opór tłumiący 1000 Ω, mający na celu wyrównanie poziomu oscylacji wzdłuż obu zakresów fal.

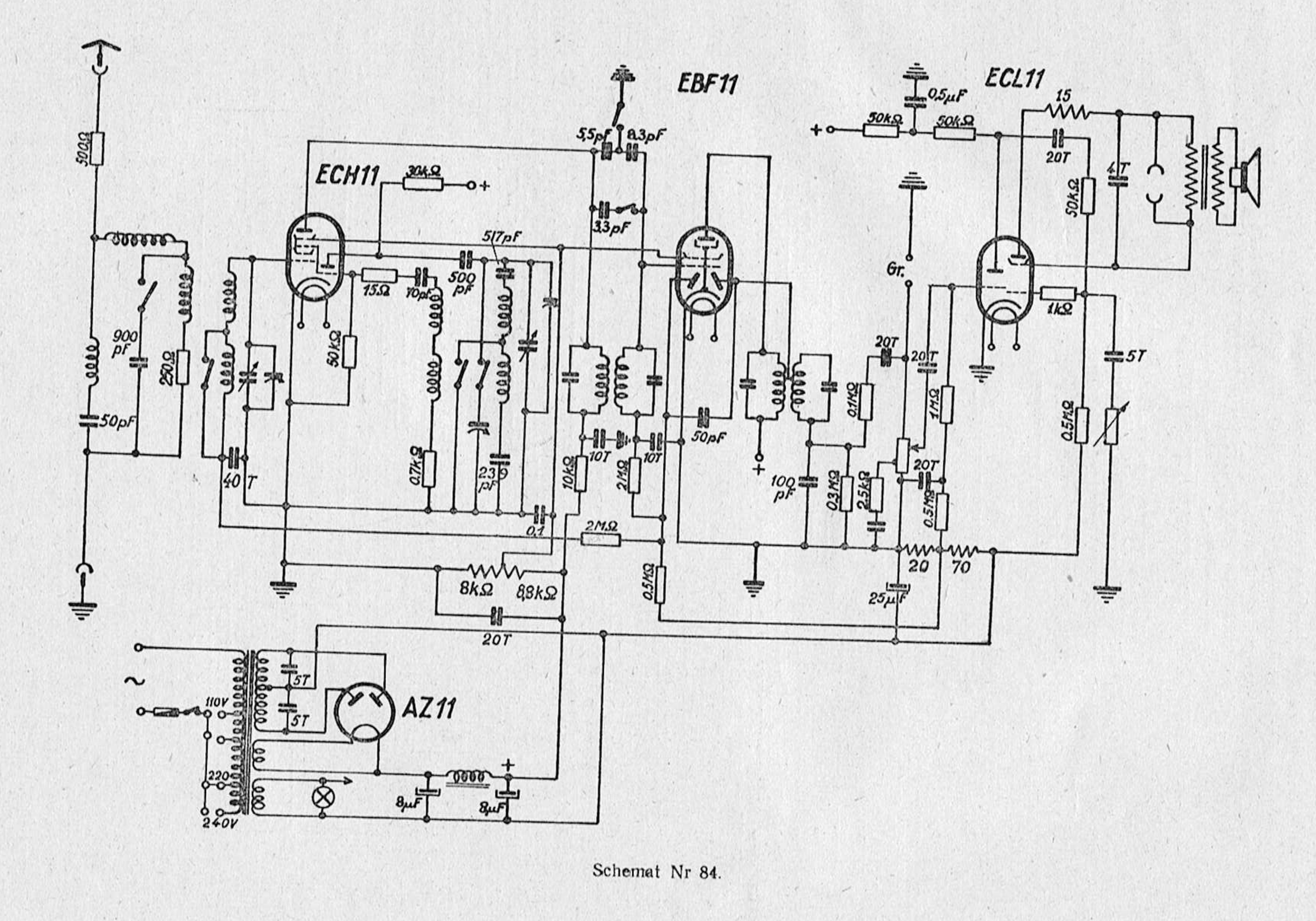
Nie konwencjonalny jest natomiast układ pierwszego filtra wstęgowego pośredniej częstotliwości. Obok sprzężenia magnetycznego uzwojeń, jest jeszcze załączalne sprzężenie pojemnościowe, do czego służy kondensatorek 3,3 pF. Załączenie tej małej pojemności rozszerza krzywa rezonansu z normalnej wstęgi ok. ± 5 kc/s do ± 8 — 10 kc/s. W drugim krańcowym położeniu przełącznika natomiast ta pojemność zostaje wyłączona i dołączają się równolegle dwie małe pojemności 5,5 oraz 8,3 pF. Obwody rozstrajają się nieco w ten sposób i krzywa rezonansu zostaje wyostrzona tak, że jej szerokość wynosi zaledwie ± 3,3 kc/s. Osiągnięta w ten sposób zmiana selektywności ma tę poważną zaletę, że krzywa rezonansu zwęża się lub rozszerza ściśle symetrycznie naokoło częstotliwości centralnej. Zmiana selektywności odbywa się poza tym w połączeniu z kontrolą tonu, usytuowaną w siatce lampy głośnikowej.

Dalszy ciąg układu nie przedstawia już żadnych osobliwości, wspomnimy tylko o dopasowaniu regulacji siły głosu do właściwości ucha ludzkiego, a to przez podniesienie basów przy słabym nastawieniu. Dokonuje się tego za pomocą oporu 25 KΩ i kondensatora 30 TpF, bocznikujących część oporu potencjometra siły głosu. W układzie zrezygnowano nawet z jakiejkolwiek formy ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Zasilanie układu w wydaniu dla prądu zmiennego jest zupełnie proste. Natomiast przy zasilaniu uniwersalnym widzimy dość skomplikowany system przełączania szeregowo - równoległego dla żarzenia włókien lamp, połączony z włączaniem przy wyższych napięciach oporów szeregowych (75 + 75Ω) do anody lampy prostowniczej, dla ograniczania szczytów prądów ładujących pierwszy elektrolit i oddawanych tym samym przez lampę prostowniczą.



Schemat Nr 83.



Schemat Nr 84.

Rola baru w lampach elektronowych

Najważniejszą elektrodą w każdej z setek milionów lamp elektronowych, obecnie w użyciu na całej kuli ziemskiej, jest bezwątpienia katoda emitująca elektrony. Jak wiadomo, w każdym przewodniku istnieje znaczna ilość wolnych elektronów, poruszających się z różnymi szybkościami. Szybkości te wzrastają znacznie z temperaturą przewodnika. Na powierzchni przewodnika istnieje jednak pewna elektrostratyczna siła przyciągania, która przeciwstawia się wyskakiwaniu tych wolnych elektronów w przestrzeń. Bez tej siły wszystkie wolne elektrony szybko uciekłyby i opuściły przewodnik. Tylko jednak te elektrony, które posiadają dość energii do przezwyciężenia sił powierzchniowych, mogą wyskoczyć w przestrzeń. Ta niezbędna energia jest inna dla każdego z metali emitujących i wynosi na przykład dla tungstenu (wolframu) 4,52 woltów (równoważnych). Emisja elektronów jest zatem tym większa, im wyższa jest temperatura emitera oraz im mniejsza jest w/w energia niezbędna dla oderwania się od powierzchni.

Najbardziej znanym, można nawet powiedzieć jedynym, metalem (czystym), stosowanym jako emiter, jest tungsten (wolfram). Dzieje się tak przede wszystkim z tego powodu, że topi się on dopiero w bardzo wysokiej temperatprze 3380° C (ołów 330° złoto 1053°, miedź 1083°, żelazo 1530°, srebro 1950°, platyna 3800°). Można więc podgrzewać tungsten do temperatury wyższej od innych metali i uzyskiwać obfitą emisję elektronów. Jest on przy tym tańszy wielokrotnie od platyny i jednocześnie łatwiej go utrzymać w stanie czystości, podczas gdy platyna okluduje (wciąga i trzyma) tlen z powietrza, co zmniejsza jej emisję.

Włókna żarzenia z czystego tungstenu wymagają znacznej mocy dla podniesienia ich temperatury do właściwego poziomu (przeszło 2000°C). Obecnie stosuje się je wyłącznie w średnich i wielkich lampach nadawczych, a to z powodu ich dużej wytrzymałości na panujące tam napięcia, prądy i temperaturę.

Już w r. 1923 Langmuir odkrył, że dodanie do czystego tungstenu domieszki 1—2% tlenków toru, zwiększa znacznie emisję. Przez utrzymanie włókna przez pewien czas w temperaturze około 2000°C, tlenki toru redukują się na czysty tor, którego jednoatomowa warstewka pokrywa powierzchnię włókna. Taka struktura powoduje znaczne zmniejszenie energii oderwania się elektronów od powierzchni, wynosi ona bowiem już tylko 3,4 wolta. Włókna torowane zużywają o wiele mniej energii na żarzenie, wystarczy bowiem dla osiągnięcia żądanej emisji temperatura niższa niż przy czystym tungstenie (około 1500°C). Włókna torowane stosuje się powszechnie do małych i średnich lamp nadawczych. Ostatnio pojawiły się nawet wielkie (10 i 20-kilowatowe) lampy nadawcze z katodą torowaną. Ich pobór mocy dla żarzenia katody jest, w stosunku do obecnie stosowanych włókien tungstenowych, wręcz śmiesznie niski i dać może poważne oszczędności zarówno w eksploatacji jak i konstrukcji nadajników. Trwałość takich lamp nie została jednak jeszcze dokładnie sprawdzona.

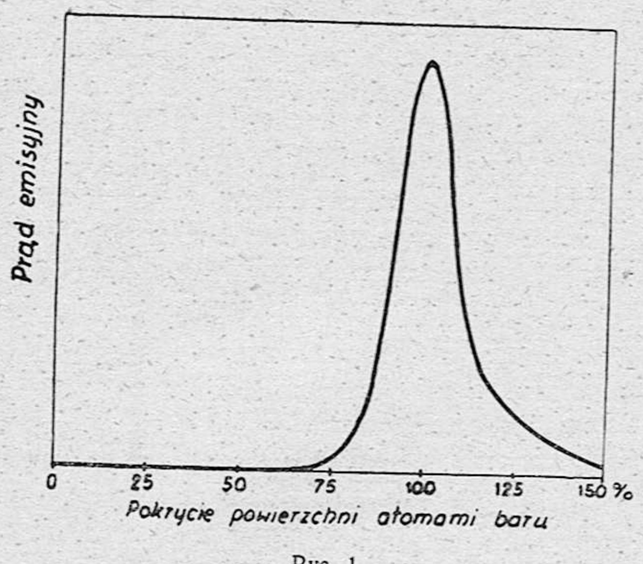
Najbardziej skutecznym emiterem jest katoda powleczona tlenkami niektórych metali (przeważnie baru i strontu). Metalem, z którego zrobiona jest katoda, może być np. czysta platyna. Jednak lepszą emisję uzyskuje się z pewnymi stopami jak np. platyny z irydem lub niklem. Najlepsze właściwości emisyjne ma stop złożony z niklu, żelaza, kobaltu i tytanu, zwany konelem. Przy metalu takim, powleczonym pastą tlenków baru i strontu, energia potrzebna dla oderwania się od powierzchni wynosi niewiele więcej niż tylko 1 wolt. Katody te pracują więc normalnie przy stosunkowo bardzo niskiej temperaturze, a mianowicie około 850—900°C i są niezwykle oszczędne z punktu widzenia mocy zużywanej na żarzenie.

Możemy więc powtórzyć za Termanem tabelę podającą zdolność emisyjną rozmaitych emiterów stosowanych w praktyce. Wartości emisji podane są dla normalnych temperatur pracy i cyfry oznaczają wielkość emisji na cm² powierzchni emitera, dla jednego wata energii żarzenia:

włókno z czytego tungstenu	2 — 10	mA
włókno z tungstenu torowanego	5 — 100	„
katoda (pośrednio żarz.) tlenkowa	10 — 200	„
włókno tlenkowe	200 — 1000	„

Omówimy teraz kilka właściwości katody tlenkowej. Rys. 1 wskazuje prąd emisyjny otrzymany z włókna platynowego. Włókno to jest pokryte warstwą jednoatomową baru, przy czym oś pozioma wskazuje procent pokrycia. Widzimy tam, że aż do ok. 60% pokrycia emisja jest tak nikła, że nie można jej nawet pokazać na rysunku. Od 60% emisja zaczyna szybko rosnąć, zaś przy 80% pokrycia wzrost jest ogromny. Największą emisję otrzymujemy przy równo 100% pokrycia i jest ona wtedy miliony razy większa niż czystego włókna platynowego (przy stosunkowo niskiej temperaturze). Po przekroczeniu 100% pokrycia emisja znowu bardzo szybko spada i niebawem dochodzi do poziomu właściwego dla czystego baru. Najbardziej zastanawiającym jest właśnie fakt, że emisja jednoatomowej warstwy baru na rdzeniu pla-

tynowym jest tak wiele razy większa od emisji każdego z tych metali w stanie czystym.



Rys. 1.

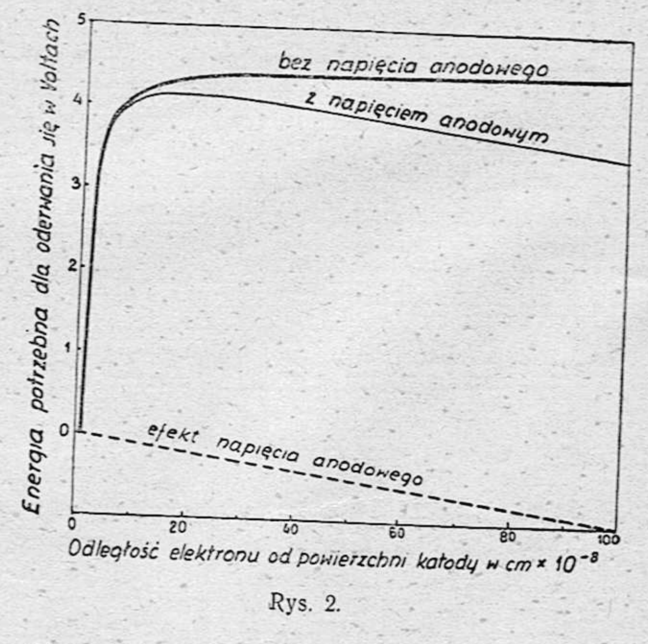
Katoda tlenkowa polega, jak wiemy, na warstwie tlenków baru i strontu na rdzeniu z konelu. Podczas obróbki cieplnej nieco baru zamagazynowuje się w rdzeniu i w tlenku. Podczas pracy lampy przy pewnej temperaturze katody, odrobina baru skupia się właśnie na powierzchni tlenku, w postaci warstewki jednoatomowej. Ten adsorbowany (absorbcja — pochłanianie do wewnątrz, adsorbcja — przyleganie do powierzchni) bar jest przyczyną niezwykle wysokiej emisji katod tlenkowych.

Warstewka baru na powierzchni tlenków zachowuje się analogicznie do takiej warstewki na powierzchni czystej platyny, lecz jeszcze bardziej efektywnie.

Oto są fakty, lecz aby zrozumieć rolę odgrywaną przez atomy baru, trzeba wpierw ustalić w jaki sposób zachodzi emisja z powierzchni czystego metalu. Elektrony w metalu muszą mieć pewną szybkość, aby przełamać siły trzymające je w masie metalu i — wyskoczyć w próżnię. Ze względu na energię cieplną, w każdej temperaturze pewna, bardzo niewielka, część elektronów ma tę dostateczną szybkość i spośród nich niektóre rzeczywiście wyskakują. W miarę wzrostu temperatury, termiczna ruchliwość elektronów wzrasta coraz szybciej. Ilość emitowanych elektronów wzrasta z rosnącą temperaturą.

Aby więcej elektronów wychodziło z włókna, bez podnoszenia temperatury, trzeba zrobić coś dla ułatwienia im startu. Gdy elektrony starają się uciec z powierzchni, muszą one przezwyciężyć siły ciągnące je z powrotem. Siły te możemy porównać z siłami przeciwstawiającymi się toczeniu kuli pod stromą górę. Gruba linia z rys. 2 przedstawia taką elektryczną górę dla metalicznego tungstenu. Przedstawia ona pracę, jaką musi wykonać elektron aby odejść na rozmaite odległości od powierzchni. Praktycznie, jeśli elektron wydostanie się na odległość około 100×10^{-8}, tj. jednej milionowej centymetra, wyskakuje on spod wpływu włókna i dosięga anody. Aby tego dokonać musi on mieć co najmniej 4,5 równoważnych woltów energii w chwili opuszczania powierzchni.

Elektrony poruszające się we włóknie bezustanku próbują „wziąć“ szczyt, lecz tylko mały ułamek pośród nich startuje z dostateczną szybkością aby starczyło rozpędu do osiągnięcia wierzchołka i ucieczki. Jeśli, oczywiście, wysokość wierzchołka zostanie obniżona, o wiele więcej elektronów przeskoczy go w danej temperaturze. Jednym ze sposobów, aby pomóc elektronom w ich wysiłkach, jest zastosowanie zewnętrznego pola elektrycznego, które wyciąga elektrony. Pole to łatwo wytwarza się przez danie dodatniego potencjału na anodę lampy. Na rys. 2 widzimy kreskowaną linię pochyłą, która przedstawia przyłożone pole elektryczne. Przez złożenie tego pola z polem pierwotnym otrzymujemy nowy wierzchołek elektryczny, o zredukowanej już nieco wysokości, mianowicie do 4,2 wolta. Elektron może teraz opuścić powierzchnię katody, jeśli odrywa się od niej mając do rozporządzenia taką właśnie energię i jeśli pierwszy rozpęd zaniesie go na mniejszą niż poprzednio odległość 20×10^{-8} cm.



Rys. 2.

Obecność warstewki baru na powierzchni emitera powiększa jeszcze dalej skuteczność emitera. Gdy bar przylega do powierzchni, część jego atomów ulega jonizacji, która związana jest z oddawaniem wolnych elektronów (ujemnie naładowanych) i staje się naładowana dodatnio. Te jony baru działają w taki sam sposób jakby

działała bardzo subtelna siatka, dodatnio spolaryzowana, położona nieskończenie blisko katody. Siatka ta wytwarza pole pomagające elektronom w ucieczce z powierzchni katody. Nieskończona bliskość tej siatki daje w wyniku działanie o wiele potężniejsze niż działanie dodatniej lecz dalekiej anody. Im większa jest przy tym liczba dodatnich jonów na powierzchni, tym większe pole i w wyniku silniejsza emisja.

Należy jednak natychmiast dodać, że dzieje się tak dopóki cała powierzchnia zostanie szczelnie pokryta siatką atomów baru. Jeśli baru jest na powierzchni zbyt dużo, zatykają one pory, przez które elektrony dosięgają powierzchni, ilość jonów na niej się zmniejsza. W konsekwencji emisja elektronów zostaje zredukowana coraz bardziej i bardziej, aż wreszcie osiągnie wartość charakterystyczną dla czystego metalicznego baru. To wszystko wyjaśnia szczególny kształt krzywej emisji z rys. 1.

Znany jest fakt, że katody tlenkowe nie mają wyraźnego „nasycenia", tzn. że prąd emisyjny rośnie bez żadnego prawie ugięcia charakterystyki tak długo, jak dodatnim napięciem na elektrodach chcemy go powiększać nie dbając, powiedzmy, o ich własne bezpieczeństwo. Natomiast katoda czysto - tungstenowa wykazuje wyraźną granicę, nasycenie swej zdolności emisyjnej. Tę różnicę można również wyjaśnić istnieniem nieograniczonego niemal rezerwuaru wolnych elektronów baru w głębi grubej stosunkowo warstwy tlenków.

Siły trzymają jony baru na powierzchni działając w kierunku prostopadłym do jej powierzchni. Nie ma natomiast prawie sił utrzymujących je w określonym położeniu na powierzchni i jony mogą sobie wręcz dowolnie „pełzać" po niej. Celem sprawdzenia tego przypuszczenia nałożono baru na jedną tylko stronę płaskiej taśmy. Po nagrzaniu tej taśmy do umiarkowanej temperatury, w próżni oczywiście, okazało się, że atomy baru znajdują się również i na drugiej stronie taśmy. Pełzanie powierzchniowe trwało aż połowa początkowego depozytu przeszła na drugą stronę i atomy obłożyły powierzchnię równomiernie.

Tak więc prosty obraz siatki z jonów baru jest przyczyną wielu obserwowanych własności katody tlenkowej. I chociaż bar nie jest sklasyfikowany jako metal szlachetny, użyty na właściwym miejscu ma wartość użytkową z pewnością większą od złota i platyny. W normalnej lampie odbiorczej waga pojedynczej warstewki atomów baru wynosi zaledwie jedną szóstą mikrograma. Jeśli na całym świecie jest w użyciu około jednego miliarda lamp elektronowych, waga tego baru, który jest czynny w dostawie elektronów, wynosi zatem zaledwie 150 gramów. Nie jest to oczywiście całkowita ilość baru, względnie jego tlenków użytych w lampach, ale ta nikła cyfra daje pojęcie o znaczeniu tego metalu, użytego doprawdy na właściwym miejscu.

Powiedzmy jeszcze kilka słów o innym aspekcie tego samego problemu. Na całym świecie pracuje obecnie około 150 milionów odbiorników. Na żarzenie lamp zużywa się przeciętnie 10 — 20 watów, co łącznie daje oszałamiającą cyfrę 1,5 do 3 milionów kilowatów na samo żarzenie! Gdyby nie było baru lub nie umiano by go stosować, moc zużyta na żarzenie włókien tungstenowych, dla tej samej emisji, byłaby dwudziestokrotnie większa. Jasne więc jest dla każdego, że bez tej małej odrobiny baru nie mogłoby być tak żywiołowego rozwoju i tak powszechnego zastosowania radia na każdym niemal kroku życia codziennego.

W. Križanowskij

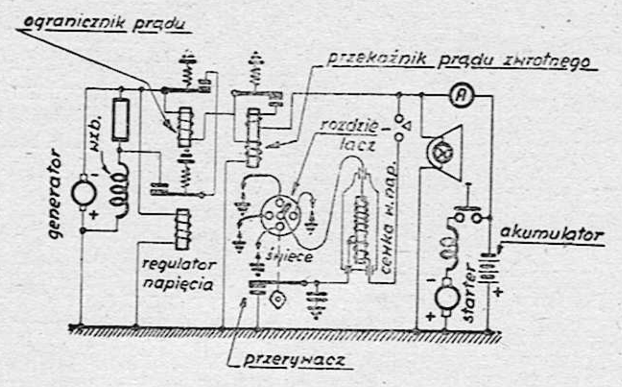
Odbiór w samochodzie

Elektryczna instalacja w samochodach jest silnym źródłem przeszkód odbioru. Sprawa stłumienia tych przeszkód jest więc kardynalnym warunkiem normalnej pracy odbiorników samochodowych. Bez zastosowania bowiem specjalnych środków obrony, odbiór najsilniejszych nawet radiostacji będzie niemożliwy.

Głównymi źródłami przeszkód w samochodzie są: system zapalania, generator prądu oraz regulator napięcia.

Największe przeszkody pochodzą z systemu zapalania (Rys. 1). Przeszkody te mogą oddziaływać na czułe odbiorniki w promieniu do 100 — 200 metrów, przy czym wpływ ich jest najsilniejszy w zakresie fal ultra - krótkich, np. przy odbiorze telewizji. Przeszkody te wynikają z wyładowań iskrowych w świecach zapalających. W chwili przeskoku iskry powstaje tłumione wyładowanie drgające, częstotliwość którego ustalają parametry pasożytniczego obwodu oscylacyjnego, do którego wchodzi indukcyjność L centralnego przewodu świecy oraz pojemność C tego ostatniego do korpusu. Przewód wysokiego napięcia, łączący cewkę ze świecami, gra rolę anteny promieniującej te drgania pasożytnicze.

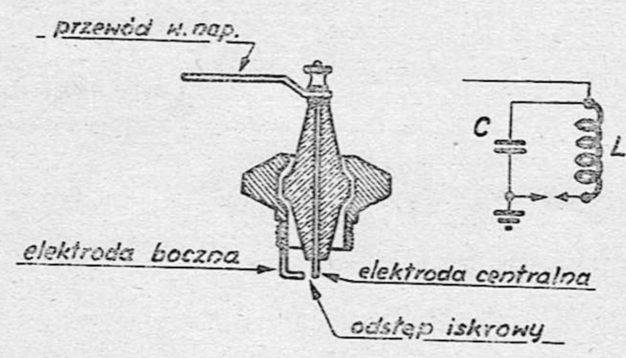
Analogiczne drgania pasożytnicze wynikają z powodu iskrzenia kolektora generatora oraz kontaktów regulatora napięcia.



Rys. 1.
Układ zasadniczy wyposażenia elektrycznego samochodu

Oscylacje wynikające z systemu elektrycznego samochodu, wytwarzają bardzo szeroką, nieprzerwaną wstęgę częstotliwości, tak że uniknięcie ich przez wyzyskanie właściwości rezonansowych obwodów strojonych jest niemożliwe.

Przeszkody te mogą przenikać do odbiornika przez antenę lub też przez układ przewodów elektrycznych (źródło zasilania), a także mogą odziaływać wprost na obwody strojone odbiornika. Walka z tymi przeszkodami idzie po dwóch linach: tłumienie ich (zmniejszanie natężenia) lub osłabianie ich wpływu na odbiornik.



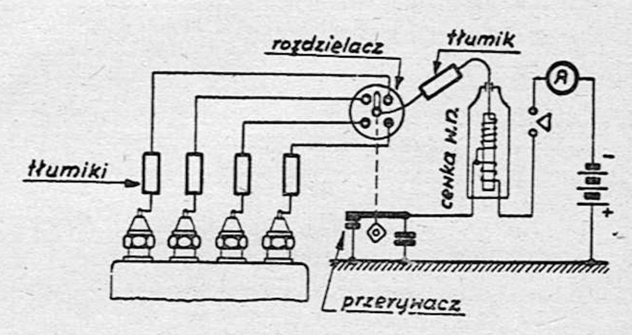
Rys. 2.
Świeca zapalająca i jej układ równoważny dla w. cz.

Najbardziej skuteczne rozwiązanie tego problemu można osiągnąć tylko drogą harmonijnego połączenia obu tych metod.

Stłumienia przeszkód dokonuje się przez włączenie w przewód wysokiego napięcia systemu zapalającego tłumiących oporów, przez dokładne połączenie części metalowych ze sobą oraz z chassis, przez włączenie w obwodach źródeł przeszkód filtrów wysokiej częstotliwości i wreszcie przez częściowe a nawet pełne ekranowanie przyrządów oraz przewodów elektrycznych.

Osłabienie siły wpływu przeszkód osiąga się następującymi drogami: oddaleniem odbiornika od chassis, doborem najdogodniejszego położenia anteny, włączeniem w sieć zasilającą odbiornika filtrów wysokiej częstotliwości, starannym ekranowaniem całego odbiornika, ograniczeniem czułości oraz przepuszczanej wstęgi częstotliwości akustycznych.

Tłumiki składają się z oporów zaprasowanych w izolacyjnych rurkach (Rys. 4 i 5). Ich zadaniem jest wnoszenie tłumienia do obwodu drgań, a tym samym zmniejszanie natężenia prądu oscylacyjnego. To z kolei powoduje zredukowanie pola elektromagnetycznego przeszkód. Tłumik dla przewodu głównego ma po obu stronach śruby kontaktowe (Rys. 4), na które naśrubowuje się przewody. Tłumik dla świecy ma z jednego końca śrubę a z drugiego bądź kątownik metalowy z otworem, bądź też płaski kontakt do nakładania na centralną elektrodę świecy. Niektóre typy tłumików wskazuje rys. 5.

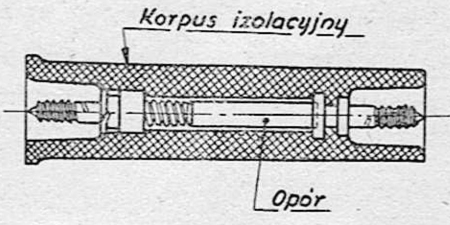


Rys. 3.
Włączenie tłumików w sieć zapalania

W samochodach nie posiadających centralnego przewodu wysokiego napięcia pod ekranem stosuje się tłumiki o oporności około 10000 Ω, zaś przy sieciach zaekranowanych wystarczy najwyżej 5000 Ω.

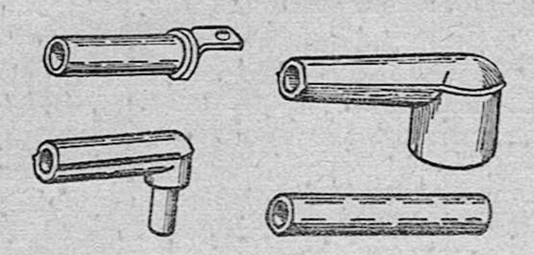
Tłumik zmniejsza skuteczność iskry i poza tym pogarsza warunki zapuszczania motoru, zwłaszcza w zimie, za to jednak redukuje się opalanie elektrod świecy.

Tłumiki zmniejszają tylko natężenie przeszkód, nie usuwają ich jednak całkowicie. Pod wpływem sieci wysokiego napięcia zapłonu oraz na skutek tarcia kół samochodu o powierzchnię drogi w poszczególnych urządzeniach samochodu powstają ładunki statyczne, z kolei



Rys. 4.
Przekrój typowego tłumika

pod wpływem tych ładunków pomiędzy poszczególnymi częściami przeskakują iskry, wywołujące w odbiorniku trzaski i stuki.



Rys. 5.
Zewnętrzny wygląd tłumików. Z prawej strony z dołu tłumik dla przewodu centralnego, pozostałe dla poszczególnych świec

Dla uniknięcia tego typu przeszkód potrzebne jest dokładne połączenie pomiędzy sobą wszystkich metalicznych części samochodu. W ten sposób osiąga się wyrównanie potencjałów elektrycznych poszczególnych detali i elementów samochodu. Za podstawę tych połączeń służy rama samochodu. Do ramy dołącza się kolejno wszystkie elementy składowe, jak motor, wał napędowy, skrzynka biegów, chłodnica itd., jednym słowem, wszystkie części połączone ze sobą zawiasami, napędami i pasami, lecz nie przybite bolcami zapewniającymi dobry kontakt elektryczny. Poza tym dołącza się tam ekrany przyborów i przewodów.

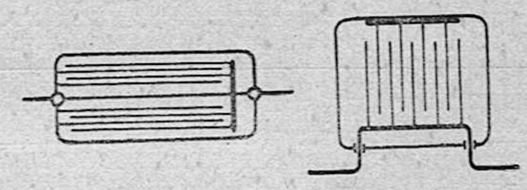
Kontakt pomiędzy częściami metalowymi z ramą powinien być bardzo trwały i nie powinien zmieniać się z czasem pod wpływem wilgoci, wibracji itp. Oporność kontaktu nie może być większa od 100 mikroomów. Do połączeń najlepiej służy plecionka miedziana i bolce ze śrubami oraz zabezpieczającymi sprężynującymi podkładkami. Dobrze przeprowadzone połączenie do masy znacznie obniża poziom pozostałych jeszcze przeszkód.

W wypadku kiedy zastosowanie tłumików oraz połączenie z masą okaże się niewystarczające, dla dalszego obniżenia przeszkód, stosuje się filtry wielkiej częstotliwości. Zasadniczymi elementami tych filtrów są kondensatory, od konstrukcji których zależy skuteczność działania. Każdy kondensator, obok pojemności, posiada jeszcze nieco indukcyjności. Jego działanie bocznikujące na b. w. cz. na skutek tego zmniejszą. Dla stłumienia przeszkód na b. w. cz. konieczne są kondensatory aperiodyczne. Stosuje się więc kondensatory typu strzemieniowego lub współosiowego. Kondensator strzemieniowy posiada końcówkę, która dołącza się bezpośrednio do szyny prądowej, zaś jego korpus spoczywa wprost na masie. Typ współosiowy jest jeszcze doskonalszy, ponieważ szyna prądowa przechodzi przez jego środek (Rys. 6).

Dławik filtra powinien, przy żądanej indukcyjności, posiadać natomiast jak najmniejszą pojemność. W przeciwnym bowiem wypadku jego oporność dla prądów w. cz. zmniejsza się i zmienia on się w układ rezonansowy. Dla podwyższenia dobroci stosuje się rdzenie z żelaza proszkowanego.

W wypadkach kiedy zastosowanie tłumików i filtrów w połączeniu z dokładnym uziemieniem wszystkich elementów nie daje niezbędnego obniżenia szumów, trzeba uciec się do częściowego lub pełnego ekranowania systemu instalacji elektrycznej.

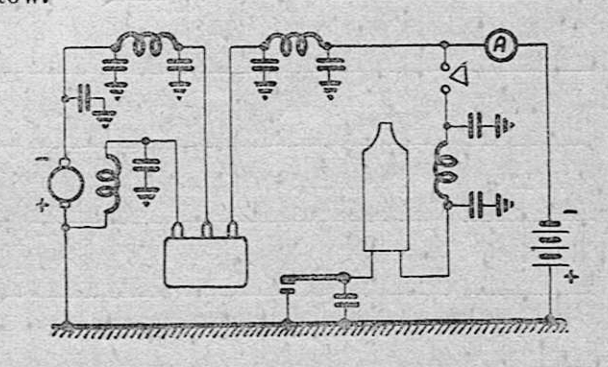
Ekranowanie sieci wysokiego napięcia powoduje zwiększenie pojemności rozłożonej przewodów. To z kolei obniża napięcie doprowadzone do świec, tj. zmniejsza skuteczność iskry i pogarsza warunki zapuszczania motoru. Oprócz tego ekranowanie komplikuje system instalacji elektrycznej i podraża koszt. Dlatego ekranowanie należy stosować tylko w krańcowych wypadkach. Stosuje się w tym celu specjalny przewód ekranowany, bądź też naciąga się ekrany na przewody istniejące. Wreszcie zamienia się świece zwykłe na ekranowane. W niektórych wypadkach przewody wysokiego napięcia przeprowadza się przez rury metalowe lub stosuje ekranowanie podwójne.



Rys. 6.
Kondensatory przeciwzakłóceniowe: przejściowy i strzemieniowy

Ekranowanie powinno być dokonane bardzo starannie. Słabo wykonane może nie tylko nie dać zamierzonego efektu, lecz nawet przyczynić się do podwyższenia poziomu szumów.

Dla stłumienia szumów w małych samochodach zazwyczaj stosuje się tylko tłumiki oraz połączenie do masy głównych elementów. Te proste środki wystarczają dlatego, że silne radiostacje miejscowe dają znaczne natężenie pola, sięgające setek, a nawet tysięcy mikrowoltów.



Rys. 7.
Włączenie filtrów przeciwzakłóceniowych w. cz. w układ wyposażenia elektrycznego samochodu

Przy montażu układu wysokiego napięcia systemu zapalania należy ustawiać cewkę jak najbliżej rozdzielacza (długość przewodu od cewki do rozdzielacza nie powinna przekraczać 20 cm), zaś wszystkie pozostałe przewody i dłuższe przedmioty metalowe, jak np. rury itp. należy odsunąć jak najdalej od przewodów wysokiego napięcia.

Miejsce przymocowania anteny dobiera się drogą doświadczalną zwracając uwagę, aby wpływ przeszkód był jak najmniejszy. Natomiast czułość odbiornika musi być znaczna (3 — 4 μV) ze względu na małą skuteczność anteny.

Jeśli chce się odbierać słabe stacje, trzeba do tłumików i łączenia z masą dodać jeszcze filtry w. cz., zaś w niektórych wypadkach, jak zaznaczaliśmy, ekranowanie.

W samochodach Studebaker, Chevrolet, Ford itp. stosuje się systemy bardzo rozbudowane. Składają się na nie: tłumiki, filtry w. cz., bardzo staranne uziemianie (do 20 — 30 uziemiających łączówek) oraz częściowe ekranowanie.

Jednak najlepsze ekranowanie tylko niektórych samochodów nie będzie dostateczne, jeśli inne maszyny, przejeżdżające obok lub jadące w tej samej kolumnie, nie będą zabezpieczone. Dlatego też rozporządzenie Rady Ministrów ZSRR z r. 1947 zobowiązuje wszystkie samochody do posiadania urządzeń przeciw - zakłóceniowych. Bez dokładnego wypełnienia tego nakazu nieustannie powiększający się park samochodowy będzie coraz większym źródłem zakłóceń odbioru radiowego.

Lampy serii D...21 (szklane, cokół bakelitowy)

Cokół oktal, napięcie żarzenia 1,4 V

Typ	Opis	Cokół	Prąd żarzenia mA	Anoda V	Anoda mA	Ekran V	Ekran mA	Siatka V	μ V/V	S mA/V	ρ KΩ
DAC21	dioda trioda	6	25	125 max 1 0	0 2 0,75			0	40	0,4	100
DAC22	dioda trioda	7	25	125 max 90	0,2			0	48	0,3	160
DBC21	dno-dioda trioda	8	50	125 max 120	0,2			−1,5	25	0,9	28
DCH21	trioda heksoda	9	75	60 120	1,7 0,9	60	1,9	−7,7 −0,7	25	0,45	1200
DCH22	trioda heksoda	10	100	60 90	1,4 0,75	50	1,1	0 0			
DF21	pentoda w. cz.	11	25	90	1,2	90	0,25			0,7	2000
DF22	pentoda w. cz.	11	50	90	1,4	90	0,3	−1,5		1,1	1500
DF23	pentoda w. cz	12	25	90	0,65	50	0,15	−5		0,58	2500
DK21	oktoda	13	50	90	1,5	60	2,4	−8		0,5	1250
DK22	oktoda	14	50	90	1	90	0 2	0		0,4	
DL21	pentoda głośn.	15	50	120	5	120	0,9	−4,8		1,4	350
DL22	pentoda głośn.	16	100	120	7	120	1,3	−4		1,9	350
DLL21	duo-pentoda głośn.	17	200	135	2×2 2×8,8	135	2× 0.2 2×2,4	−5.9 −9,5			
DM21	oko magiczne	18	25	120				0/−4			

Lampy serii D...11 (stalowa)

Cokół serii lamp stalowych, napięcie żarzenia 1,2 V

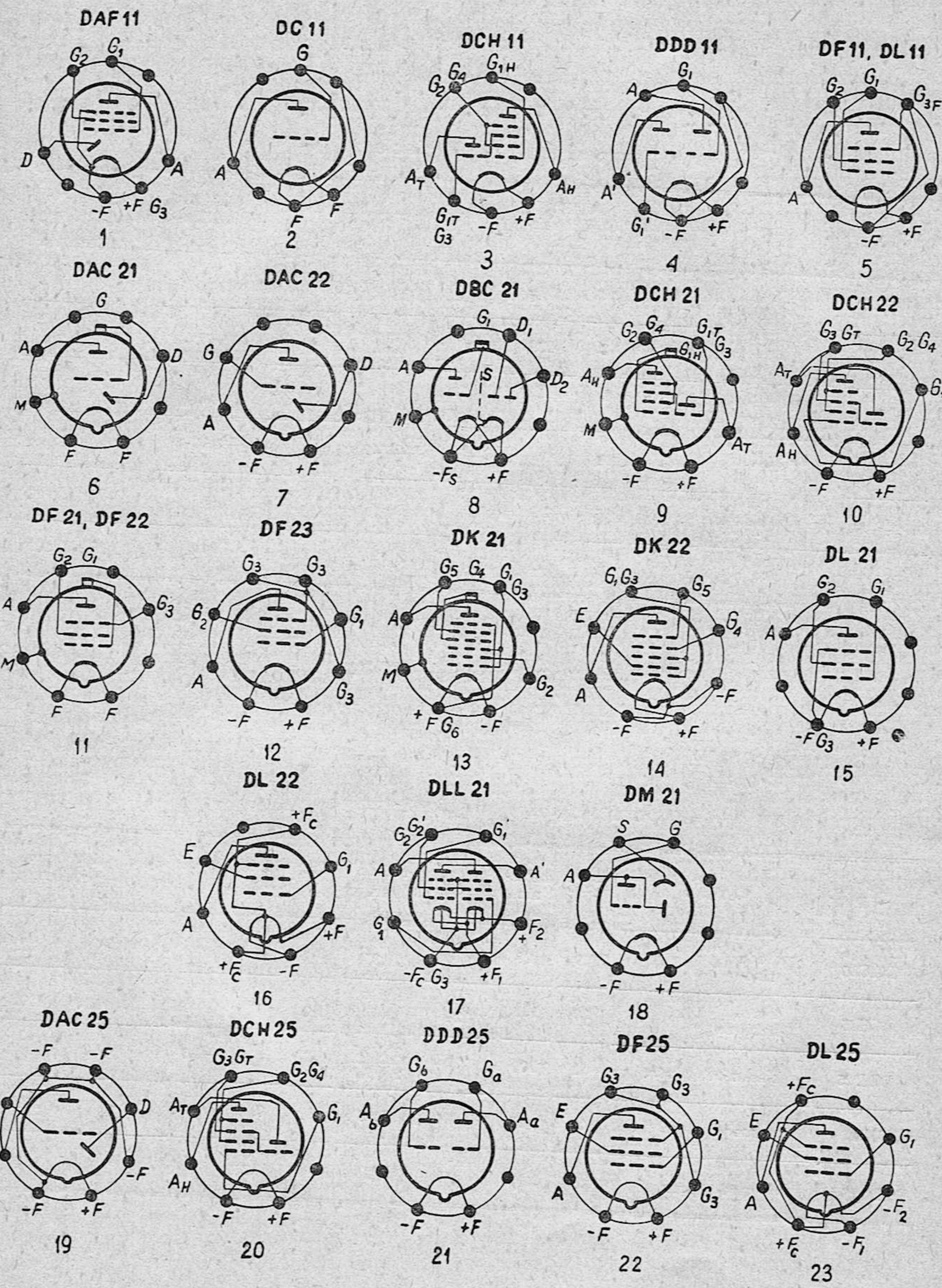
Typ	Opis	Cokół	Prąd żarzenia	Anoda V	Anoda mA	Ekran V	Ekran mA	Siatka V	μ V V	S mA/V	ρ KΩ
DAF11	dioda pentoda w. cz.	1	50	125 max 120	0,2 0,3	20/90	0,05	0/−5,5			
DC11	trioda	2	25	120	2,5			−4,5	15	0,9	17
DCH11	trioda heksoda	3	75	120 120	1,4 0,8	60	1,5	0/−10	21	0,3	
DDD11	duo-trioda głośn.	4	100	120	2×1,5 2×9			−4,5			14
DF11	pentoda w. cz.	5	25	120	1,2	60	0,2	0/−8		0,7	1000
DL11	pentoda głośn.	5	50	120	4,7	120	0,8	- 6		1,1	500

Lampy serii D... 25 (cało-szklana, cokół szpilkowy)

Cokół loktal, napięcie żarzenia 1,2V

Typ	Opis	Cokó	Prąd żarzenia mA	Anoda V	Anoda mA	Ekran V	Fkran mA	Siatka V	μ V/V	S mA/V	ρ KΩ
DAC25	dioda trioda	19	25	125 max 120	0,2 0,35			0	40	0,3	130
DCH25	trioda heksoda	20	100	60 120	2 1	60	1,2	0		1.3 0,28	1300
DDD25	duo-trioda głośn.	21	100	120	2× 1,5 2 × 9,5			−1,5		1,2	
DF25	pentoda w. cz.	22	25	90	0,65	50	0,15	− 5		0,58	2500
DL25	pentoda głośn.	23	100	90	4,5	90	0,75	- 3		2	300

COKOŁY



DAF 11
1
DC 11
2
DCH 11
3
DDD 11
4
DF 11, DL 11
5
DAC 21
6
DAC 22
7
DBC 21
8
DCH 21
9
DCH 22
10
DF 21, DF 22
11
DF 23
12
DK 21
13
DK 22
14
DL 21
15
DL 22
16
DLL 21
17
DM 21
18
DAC 25
19
DCH 25
20
DDD 25
21
DF 25
22
DL 25
23

Przyrząd do pomiaru i regulacji wskazań zegarów
metodą stroboskopowej analizy półokresu wahadła

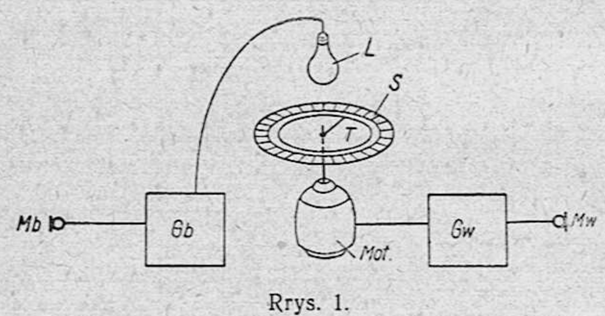
List do Redakcji.

W związku z naszym artykułem p.t. „Elektronowa regulacja zegarków", otrzymaliśmy od ob. Michała Stanczewskiego list opisujący inną metodę kontroli zegarków, który poniżej zamieszczamy.

Przy pomocy niżej opisanego przyrządu można b. dokładnie w ciągu krótkiego czasu porównać wskazania zegara badanego ze wskazaniami zegara wzorcowego.

Nie znając metod regulacji zegarów w przemyśle wytwórczym, Głównym Urzędzie Miar, obserwatoriach astronomicznych itp. trudno mi sądzić o aktualności, czy w ogóle o nowości podanego pomysłu technicznego. W jego budowie nie ma nic zasadniczo nowego, jeśli chodzi o elementy, czy stroboskopową zasadę działania. Sądzę jednak, że ze względu na swe praktyczne możliwości techniczne powinien znaleźć szerokie zastosowanie.

Opis działania przyrządu



Rrys. 1.

Oznaczenia: Mot — motorek synchroniczny, T — tarcza stroboskopowa, S — skala, L — lampa błyskowa, Mb — mikrofon zegara badanego, Gb — generator błysków, Mw — mikrofon zegara wzorcowego, Gw — generator napięcia o częstotliwości wzorcowej

Zegar wzorcowy (chronometr) za pośrednictwem mikrofonu Mw steruje generator napięcia o częstotliwości wzorcowej, równej lub całkowicie wielokrotnej w stosunku do półokresu wahadła zegara wzorcowego. Napięcie to ma kształt zbliżony do sinusoidy. Moc wyjściowa generatora wystarcza do uruchomienia motorka P obracającego tarczę stroboskopową. Motorek ten pracuje jałowo, pobierając moc rzędu najwyżej kilku watów.

Tarcza stroboskopowa jest czarna z białą kreską, mającą kierunek jej promienia. Dokoła tarczy, w jej płaszczyźnie, umocowana jest skala kątowa umieszczona blisko tarczy lecz nie dotyka jej. Tarcza stroboskopowa jest oświetlona lampką błyskową, zasilaną z generatora Gb, sterowanego mikrofonem Mb, na który działa zegar badany.

W wypadku absolutnej zgodności okresów obu zegarów wskazówka przyrządu (biała kreska tarczy stroboskopowej) zachowuje stałe pozorne położenie wyznaczając tę samą wartość na skali. Przy niezupełnej zgodności badanych okresów wskazówka przesuwa się stopniowo w kierunku obrotów tarczy, lub przeciw nim, zależnie od znaku błędu. Pozorna prędkość kątowa wskazówki jest proporcjonalna do wielkości błędu zegara badanego.

Rachunkowe określenie wielkości błędu

Okres wahadła każdego zegara składa się się z dwóch symetrycznych w czasie, kolejnych uderzeń. Czas między tymi uderzeniami nazwiemy półokresem wahadła. Zakładamy, że budowa zegarów przewiduje jednakowy okres wahadła i że obroty tarczy stroboskopowej równają się półokresowi wzorca.

Jeżeli zegar badany w ciągu jednej godziny robi błąd równy jednemu półokresowi wahadła wzorca, to w tym czasie wskazówka przyrządu zrobi pozorny obrót o pełne 360^0. Odczytaną wtedy wielkość (pozorną prędkość kątową wskazówki) nazwijmy wskazaniem jednostkowym prędkości kątowej, odpowiadającej takiemu błędowi, lub wprost jednostką błędu.

$$\text{Jednostka błędu} = \frac{\text{1 obrót wskazówki}}{\text{1 godz.}}$$

Sprowadzając czas odczytu do jednej minuty otrzymamy 6^0 jako praktycznie odczytywalną wielkość. Obwód skali możemy podzielić kreskami co 6^0, czyli na 60 równych części.

Oznaczając przez c półokres wahadła w sekundach znajdujemy, że: jednej jednostce błędu odpowiada bezwzględna wielkość błędu $\frac{c}{\text{godz.}}$ a X jednostkom błędu odpowiada bezwzględna wielkość błędu $\frac{X \cdot c}{\text{godz.}}$

P r z y k ł a d: Dla zegara o półokresie 0,2 sek. (zegarki i niektóre chronometry) odczytano 0,5 jednostki błędu, tj. 3^0/min. lub 3^0/10 min. Określić bezwzględny błąd zegara.

$$\text{Błąd wynosi: } \frac{XC}{\text{godz.}} = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}2\ \text{sek}}{\text{godz.}} = 0{,}1\ \frac{\text{sek.}}{\text{godz.}} =$$

$$= 2{,}4\ \frac{\text{sek.}}{\text{dobę}}$$

Często taka dokładność odczytu praktycznie wystarczy. W wypadkach szczególnie dokładnych pomiarów można ją znacznie powiększyć, stosując całkowicie wielokrotną rzeczywistą prędkość kątową tarczy stroboskopowej, lub dłuższy czas odczytu, albo wreszcie oba sposoby jednocześnie.

Zastosowanie

Przyrząd może być stosowany w fabrykach zegarów (zegarków) i w zakładach zegarmistrzowskich do szybkiej regulacji wskazań, określania prawidłowości montażu (symetrii uderzeń), oraz do określania jakości zegarów przez porównanie wskazań przy sprężynie naciągniętej i wychodzącej, co może być b. ważne przy ostatecznej ocenie poszczególnych modeli.

Ponieważ dokładność przyrządu jest w zasadzie równa dokładności częstotliwości wzorcowej, można stosować go do b. precyzyjnych pomiarów laboratoryjnych i do różnych celów specjalnych.

Montaż

Całość można zmontować w jednej skrzynce. Skala powinna być czarna z przeświecającymi podziałkami i napisami i oświetlona od tyłu światłem ciągłym. Podobnie należy wykonać i oświetlić lampą błyskową tarczę stroboskopową.

Skala, lub lepiej motorek, powinien być zamocowany z możnością ręcznego obracania o jakiś kąt dokoła osi, aby wskazówka przyrządu dała się zawsze ustawić w położeniu zerowym na początku pomiaru. Mikrofony — jeden, lub oba — mogą być oddalone, lub wyprowadzone linią telefoniczną np. do obserwatorium astronomicznego. W celu ułatwienia napraw zaleca się budowę członową. Stosując w zakładach pracy więcej niż jeden przyrząd łatwo wtedy zasilać je z jednego wspólnego generatora wzorcowego odpowiednio większej mocy.

Uwagi końcowe

Stosując analogiczne zasady pomiaru można by zastąpić motorek synchroniczny oscylografem biegunowym, lub nawet zwykłym. W porównaniu z oscylografem katodowym wyżej podane rozwiązanie wykazuje zalety:

1. Prostsza i tańsza budowa i konserwacja.
2. Prostsza i łatwiejsza obsługa, co jest szczególnie ważne dla fachowców z innej dziedziny.
3. Dokładność pomiarów raczej większa.
4. Możność ustawiania wskazówki na zero.

Michał Stanczewski

Odpowiedzi Redakcji

Sapiński Alfred. Łódź, Zachodnia 68 — 16.

Urządzenie, regulujące szybkość obrotów płyty gramofonowej, składa się z wiatraczka ze ślimakiem oraz z ramienia, przy pomocy którego ma miejsce hamowanie. Opisu tego urządzenia, nie wchodzącego w zakres zagadnień poruszanych w miesięczniku, nie podawaliśmy w żadnym z poprzednich jego numerów.

KUPON Nr 39

na odpowiedź w »Radio«

Nazwisko ....

Adres ....

....

Inż. Teichen J. Kraków, Konarskiego 30—5.

Opis budowy adapterów umieścimy wkrótce w jednym z naszych wydawnictw. Budowa adaptera magnetycznego w warunkach warsztatowych jest możliwa. Oddział Warszawski Związku Krótkofalowców mieści się obecnie przy ul. Kozietulskiego 6 — 1, skrzynka poczt. 320. Fabryka we Wrześni produkuje mikrofony dynamiczne o przeciętnej dla tego typu czułości — cena ich jest stosunkowo niska.

Grzyb Władysław. Kozłów, p. Dębica.

Opis aparatu kryształkowego znajdzie P. w pierwszym numerze miesięcznika „Radioamator". Elektrolitów i innych kondensatorów o dużej pojemności na ogół jest w tej chwili brak na rynku. Nabycie oporu nie powinno nastręczać dużych trudności.

Borkowski Dominik. Elbląg, Żeromskiego 7 — 3.

Opis przeróbki odbiornika ze szczególnym uwzględnieniem poszczególnych jego elementów nie pomieści się w ramach odpowiedzi technicznej o charakterze informacyjnym. Dlatego radzimy skorzystać z opisu, jaki po-

daliśmy w nr. 37 tygodnika „Radio i Świat" z r. 48, gdzie znajdzie P. także schemat montażowy.

Iwicki Kazimierz, Kraków.

W odbiorniku Elektrit Tempo pracują lampy: EK2, EF9, EBC3, EL3, AZ1. Dane charakterystyczne tych lamp są następujące: pierwsza z nich jest oktodą, następna pentodą wys. częst., typ EBC3 jest lampą podwójną — duodiodą — triodą, EL3 — lampą głośnikową, AZ1 — lampą prostowniczą.

Z-ki, Skierniewice.

W oznaczeniach lamp niemieckich typu wojskowego (np. RV2P800) pierwsza litera oznacza: Röhre — lampa, druga oznacza typ lampy np. V — wzmacniająca, L — Mocy, cyfra stojąca na trzecim miejscu oznacza napięcie żarzenia, następująca po niej litera określa bliżej typ lampy np. P — pentoda, T trioda. Ostatnia liczba oznacza wzmocnienie lub obciążenie anody i drugiej siatki.

W ten sposób oznaczenia lampy dają możność zorientowania się, jakie dana lampa może mieć zastosowanie.

Tabela

Zamiana częstotliwości na długość fali i odwrotnie

Zależność pomiędzy częstotliwością t.j. ilością drgań na sekundę a długością fali wyraża się, jak wiadomo, wzorem

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

gdzie c jest szybkością przebiegu fal elektromagnetycznych równą szybkości światła, a mianowicie 299776 km/sek. W praktyce przyjmuje się, dla uproszczenia, okrągłą liczbę c = 300000 km/sek, co daje oczywiście pewien niewielki błąd (0,1%). Z tego oraz innych powodów zasadniczą, podstawową jednostką miary jest częstotliwość w c/s, kc/s lub mc/s i w niej podaje się dane pracy radiostacji oraz wszelkie umowy międzynarodowe co do rozdziału fal itp. Jednak określenie długości fali jest nieraz bardziej obrazowe a często nawet niezbędne, jak np. dla obliczania układów z falami stojącymi, jak anteny, linie przesyłowe itp.

Praktyczne wzory dla przeliczania są następujące:

$$\lambda_m = \frac{300\,000}{f\ kc/s} = \frac{300}{f\ mc/s}$$

Dalej podajemy tabelę przeliczeniową powyższej zależności w zakresie (bezpośrednio) od 100 do 999 kc/s. Dla innych częstotliwości przeliczenie jest już łatwe. Weźmy więc np. częstotliwość radiostacji Warszawa III 6215 kc/s. Z tabeli widzi się, że dla f = 621 kc/s λ = 483,1 m; dla f = 6210 kc/s λ = 48,31 Analogicznie dla f ± 6220 kc/s λ = 48,23 m. Dla 1 kc/s zmniejszenie wynosi więc $\frac{48.31 - 48.23}{10}$ = 0,008 m. Dla 5 kc/s otrzymujemy 0,04 m. Ostatecznie długość fali Warszawy III wynosi 48,27 m. Zupełne dokładne obliczenie arytmetyczne wprost ze wzoru daje również 48,27 m.

Redaktor naczelny Wacław Wagner. Komitet redakcyjny:
inż. Jerzy Borecki, inż. Mieczysław Flisak, mgr Aleksandra Gradowska, inż. Kazimierz Lewiński

format A-4, objętość 2 arkusze, papier ilustracyjny kl. V 90 gr.

Wydawca: Biuro Wydawnictw Polskiego Radia.

Adres Redakcji: Warszawa, Al. Stalina 21; **Administracji:** Warszawa, Noakowskiego 20.

Druk. LSW Nr 2. W-wa. Zam. 744 z dn. 29.IX.50. Nakład 12.000. B-129448

TABELA

Zamiana częstotliwości na długość fali i odwrotnie.

kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m
100	3000	200	1500	300	1000.0	400	750.0	500	600.0	600	500.0	700	428.6	800	375.0	900	333.3
101	2970	201	1493	301	996.7	401	748.1	501	598.8	601	499.2	701	428.0	801	374.5	901	333.0
102	2941	202	1485	302	993.4	402	746.3	502	597.6	602	498.3	702	427.4	802	374.1	902	332.6
103	2913	203	1478	303	990.1	403	744.4	503	596.4	603	497.5	703	426.7	803	373.6	903	332.2
104	2885	204	1471	304	986.8	404	742.6	504	595.2	604	496.7	704	426.1	804	373.1	904	331.9
105	2857	205	1463	305	983.6	405	740.7	505	594.1	605	495.9	705	425.5	805	372.7	905	331.5
106	2830	206	1456	306	980.4	406	738.9	506	592.9	606	495.0	706	424.9	806	372.2	906	331.1
107	2804	207	1449	307	977.2	407	737.1	507	591.7	607	494.2	707	424.3	807	371.7	907	330.8
108	2778	208	1442	308	974.0	408	735.3	508	590.6	608	493.4	708	423.7	808	371.3	908	330.4
109	2752	209	1435	309	970.9	409	733.5	509	589.4	609	492.6	709	423.1	809	370.8	909	330.0
110	2727	210	1429	310	967.7	410	731.7	510	588.2	610	491.8	710	422.5	810	370.4	910	329.7
111	2703	211	1422	311	964.6	411	729.9	511	587.1	611	491.0	711	421.9	811	369.9	911	329.3
112	2679	212	1415	312	961.5	412	728.2	512	585.9	612	490.2	712	421.3	812	369.5	912	328.9
113	2655	213	1408	313	958.5	413	726.4	513	584.8	613	489.4	713	420.8	813	369.0	913	328.6
114	2632	214	1402	314	955.4	414	724.6	514	583.7	614	488.6	714	420.2	814	368.6	914	328.2
115	2609	215	1395	315	952.4	415	722.9	515	582.5	615	487.8	715	419.6	815	368.1	915	327.9
116	2586	216	1389	316	949.4	416	721.2	516	581.4	616	487.0	716	419.0	816	367.6	916	327.5
117	2564	217	1382	317	946.4	417	719.4	517	580.3	617	486.2	717	418.4	817	367.2	917	327.2
118	2542	218	1376	318	943.4	418	717.7	518	579.2	618	485.4	718	417.8	818	366.7	918	326.8
119	2521	219	1370	319	940.4	419	716.0	519	578.0	619	484.7	719	417.2	819	366.3	919	326.4
120	2500	220	1364	320	937.5	420	714.3	520	576.9	620	483.9	720	416.7	820	365.9	920	326.1
121	2479	221	1357	321	934.6	421	712.6	521	575.8	621	483.1	721	416.1	821	365.4	921	325.7
122	2459	222	1351	322	931.7	422	710.9	522	574.7	622	482.3	722	415.5	822	365.0	922	325.4
123	2439	223	1345	323	928.8	423	709.2	523	573.6	623	481.5	723	414.9	823	364.5	923	325.0
124	2419	224	1339	324	925.9	424	707.5	524	572.5	624	480.8	724	414.4	824	364.1	924	324.7
125	2400	225	1333	325	923.1	425	705.9	525	571.4	625	480.0	725	413.8	825	363.6	925	324.3
126	2381	226	1327	326	920.2	426	704.2	526	570.3	626	479.2	726	413.2	826	363.2	926	324.0
127	2362	227	1322	327	917.4	427	702.6	527	569.3	627	478.5	727	412.7	827	362.8	927	323.6
128	2344	228	1316	328	914.6	428	700.9	528	568.2	628	477.7	728	412.1	828	362.3	928	323.3
129	2326	229	1310	329	911.9	429	699.3	529	567.1	629	476.9	729	411.5	829	361.9	929	322.9
130	2308	230	1304	330	909.1	430	697.6	530	566.0	630	476.2	730	411.0	830	361.4	930	322.6
131	2290	231	1299	331	906.3	431	696.1	531	565.0	631	475.4	731	410.4	831	361.0	931	322.2
132	2273	232	1293	332	903.6	432	694.4	532	563.9	632	474.7	732	409.8	832	360.6	932	321.9
133	2256	233	1287	333	900.9	433	692.8	533	562.8	633	473.9	733	409.3	833	360.1	933	321.5
134	2239	234	1282	334	898.2	434	691.2	534	561.8	634	473.2	734	408.7	834	359.7	934	321.2
135	2222	235	1277	335	895.5	435	689.7	535	560.7	635	472.4	735	408.2	835	359.3	935	320.9
136	2206	236	1271	336	892.9	436	688.1	536	559.7	636	471.7	736	407.6	836	358.9	936	320.5
137	2190	237	1266	337	890.2	437	686.5	537	558.7	637	471.0	737	407.1	837	358.4	937	320.2
138	2174	238	1261	338	887.6	438	684.9	538	557.6	638	470.2	738	406.5	838	358.0	938	319.8
139	2158	239	1255	339	885.0	439	683.4	539	556.6	639	469.5	739	406.0	839	357.6	939	319.5
140	2143	240	1250	340	882.4	440	681.8	540	555.5	640	468.8	740	405.4	840	357.1	940	319.1
141	2128	241	1245	341	879.8	441	680.3	541	554.5	641	468.0	741	404.9	841	356.7	941	318.8
142	2113	242	1240	342	877.2	442	678.7	542	553.5	642	467.3	742	404.3	842	356.3	942	318.5
143	2098	243	1235	343	874.6	443	677.2	543	552.5	643	466.6	743	403.8	843	355.9	943	318.1
144	2083	244	1230	344	872.1	444	675.7	544	551.5	644	465.8	744	403.2	844	355.5	944	317.8
145	2069	245	1225	345	869.6	445	674.2	545	550.5	645	465.1	745	402.7	845	355.0	945	317.5
146	2055	246	1220	346	867.1	446	672.6	546	549.5	646	464.4	746	402.1	846	354.6	946	317.1
147	2041	247	1215	347	864.6	447	671.1	547	548.4	647	463.7	747	401.6	847	354.2	947	316.8
148	2027	248	1210	348	862.1	448	669.6	548	547.4	648	463.0	748	401.1	848	353.8	948	316.5
149	2013	249	1205	349	859.6	449	668.2	549	546.4	649	462.2	749	400.5	849	353.4	949	316.1

kc s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	kc/s	m	k/cs	m	kc/s	m	kc/s	m
150	2000	250	1200	350	857.1	450	666.7	550	545.5	650	461.5	750	400.0	850	352.9	950	315.8
151	1987	251	1195	351	854.7	451	665.2	551	544.5	651	460.8	751	399.5	851	352.5	951	315.5
152	1974	252	1191	352	852.3	452	663.7	552	543.5	652	460.1	752	398.9	852	352.1	952	315.1
153	1961	253	1186	353	849.9	453	662.3	553	542.5	653	459.4	753	398.4	853	351.7	953	314.8
154	1948	254	1181	354	847.5	454	660.8	554	541.5	654	458.7	754	397.9	854	351.3	954	314.5
155	1935	255	1176	355	845.1	455	659.3	555	540.5	655	458.0	755	397.4	855	350.9	955	314.1
156	1923	256	1172	356	842.7	456	657.9	556	539.6	656	457.3	756	396.8	856	350.5	956	313.8
157	1911	257	1167	357	840.3	457	656.5	557	538.6	657	456.6	757	396.3	857	350.1	957	313.5
158	1899	258	1163	358	838.0	458	655.0	558	537.6	658	455.9	758	395.8	858	349.7	958	313.2
159	1887	259	1158	359	835.7	459	653.6	559	536.7	659	455.2	759	395.3	859	349.2	959	312.8
160	1875	260	1154	360	833.3	460	652.2	560	535.7	660	454.5	760	394.7	860	348.8	960	312.5
161	1863	261	1149	361	831.0	461	650.8	561	534.8	661	453.9	761	394.2	861	348.4	961	312.2
162	1852	262	1145	362	828.7	462	649.4	562	533.8	662	453.2	762	393.7	862	348.0	962	311.9
163	1840	263	1141	363	826.4	463	647.9	563	532.9	663	452.5	763	393.2	863	347.6	963	311.5
164	1829	264	1136	364	824.2	464	646.6	564	531.9	664	451.8	764	392.7	864	347.2	964	311.2
165	1818	265	1132	365	821.9	465	645.2	565	531.0	665	451.1	765	302.2	865	346.8	965	310.9
166	1807	266	1128	366	819.7	466	643.8	566	530.0	666	450.5	766	391.6	866	346.4	966	310.6
167	1796	267	1124	367	817.4	467	642.4	567	529.1	667	449.8	767	391.1	867	346.0	967	310.2
168	1786	268	1119	368	815.2	468	641.0	568	528.2	668	449.1	768	390.6	868	345.6	968	309.9
169	1775	269	1115	369	813.0	469	639.7	569	527.2	669	448.4	769	390.1	869	345.2	969	309.6
170	1765	270	1111	370	810.8	470	638.3	570	526.3	670	447.8	770	389.6	870	344.8	970	309.3
171	1754	271	1107	371	808.6	471	636.9	571	525.4	671	447.1	771	389.1	871	344.4	971	309,0
172	1744	272	1103	372	806.5	472	635.6	572	524.5	672	446.4	772	388.6	872	344.0	972	308.6
173	1734	273	1099	373	804.3	473	634.2	573	523.6	673	445.8	773	388.1	873	343.6	973	308.3
174	1724	274	1095	374	802.1	474	632.9	574	522.6	674	445.1	774	387.6	874	343.2	974	308.0
175	1714	275	1091	375	800.0	475	631.6	575	521.7	675	444.4	775	387.1	875	342.9	975	307.7
176	1705	276	1087	376	797.9	476	630.3	576	520.8	676	443.8	776	386.6	876	342.5	976	307.4
177	1695	277	1083	377	795.8	477	628.9	577	519.9	677	443.1	777	386.1	877	342.1	977	307.1
178	1685	278	1079	378	793.7	478	627.6	578	519.0	678	442.5	778	385.6	878	341.7	978	306.7
179	1676	279	1075	379	791.6	479	626.3	579	518.1	679	441.8	779	385.1	879	341.3	979	306.4
180	1667	280	1071	380	789.5	480	625.0	580	517.2	680	441.2	780	384.6	880	340.9	980	306.1
181	1657	281	1068	381	787.4	481	623.7	581	516.4	681	440.5	781	384.1	881	340.5	981	305.8
182	1648	282	1064	382	785.3	482	622.4	582	515.5	682	439.9	782	383.6	882	340.1	982	305.5
183	1639	283	1060	383	783.3	483	621.1	583	514.6	683	439.2	783	383.1	883	339.8	983	305.2
184	1630	284	1056	384	781.3	484	619.8	584	513.7	684	438.6	784	382.7	884	339.4	984	304.9
185	1622	285	1053	385	779.2	485	618.5	585	512.8	685	438.0	785	382.2	885	339.0	985	304.6
186	1613	286	1049	386	777.2	486	617.3	586	511.9	686	437.3	786	381.7	886	338.6	986	304.3
187	1604	287	1045	387	775.2	487	616.0	587	511.1	687	436.7	787	381.2	887	338.2	987	304.0
188	1596	288	1042	388	773.2	488	614.7	588	510.2	688	436.0	788	380.7	888	337.8	988	303.6
189	1587	289	1038	389	771.2	489	613.5	589	509.3	689	435.4	789	330.2	889	337.5	989	303.3
190	1579	290	1034	390	769.2	490	612.2	590	508.5	690	434.8	790	379.7	890	337.1	990	303.0
191	1571	291	1031	391	767.3	491	611.0	591	507.6	691	434.2	791	379.3	891	336.7	991	302.7
192	1563	292	1027	392	765.4	492	609.8	592	506.8	692	433.5	792	378.8	892	336.3	992	302.4
193	1554	293	1024	393	763.4	493	608.5	593	505.9	693	432.9	793	378.3	893	335.9	993	302.1
194	1546	294	1020	394	761.4	494	607.3	594	505.1	694	432.3	794	377.8	894	335.6	994	301.8
195	1538	295	1017	395	759.5	495	606.1	595	504.2	695	431.7	795	377.4	895	335.2	995	301.5
196	1531	296	1013	396	757.6	496	604.8	596	503.4	696	431.0	796	376.9	896	334.8	996	301.2
197	1523	297	1010	397	755.7	497	603.6	597	502.5	697	430.4	797	376.4	897	334.4	997	300.9
198	1515	298	1007	398	753.8	498	602.4	598	501.7	698	429.8	798	375.9	898	334.1	998	300.6
199	1508	299	1003	399	751.9	499	601.2	599	500.8	699	429.2	799	375.5	899	333.7	999	300.3

